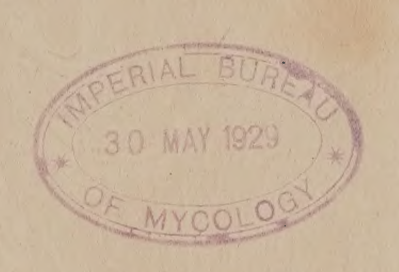





IMPERIAL BUREAU
30 MAY 1929
OF MYCOLOGY

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

12e Année 1926

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PUBLIÉES PAR

L'INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES

ADMINISTRATION, RÉDACTION ET ABONNEMENTS

INSTITUT des RECHERCHES AGRONOMIQUES
42 *bis*, rue de Bourgogne
PARIS (VIIe)

PL. 1



RECHERCHES SUR LES MALADIES DE LA VIGNE

ESCA

par

PIERRE VIALA

Membre de l'Institut (Académie des Sciences).

I. — HISTORIQUE

L'ESCA est une très ancienne maladie de la Vigne qui n'a été déterminée dans ses caractères et sa cause que tout récemment. Il n'est cependant pas douteux que les vignerons grecs de la Macédoine, des îles de la Crète et de Samos, de même que ceux de l'Asie Mineure avaient eu, de tout temps, une vague notion de cette affection à laquelle leur appellation d'*iska* paraît plus spécialement se rapporter. Les vignerons italiens de la province de Lecce auraient désigné, depuis longtemps, sous le nom d'ESCHA, une très ancienne maladie de la vigne, complétée dans ses effets mortels par l'action de Termites (*T. lucifugus*). Mais, il est surprenant que les anciens auteurs latins ou les auteurs italiens actuels n'aient fait aucune description ni même aucune allusion dans leurs écrits pour cette maladie cependant grave dans les vignobles du Sud de l'Adriatique.

Le mot grec ISKA (*εσχα* ou *ησχα*), ou latin ESCHA, ce dernier conservé dans le patois provençal ou languedocien, ESCA, se traduit par *amadou.* C'est lui que nous avons adopté pour l'étude de cette grave maladie ; il traduit bien l'aspect que présente toujours le cœur des tiges rongées par le Champignon, cause du mal, et qui est bourré d'une épaisse trame mycélienne analogue à de l'amadou.

Sans doute, nombre de viticulteurs avaient noté, jadis et bien des fois, en arrachant des vignes mortes ou dépérissantes, la pourriture et l'aspect poussiéreux, jaunâtre, du cœur du tronc, mais ils n'y avaient pas prêté autre-

ment attention, attribuant cette décomposition des tissus à la vétusté ou à la dessiccation des bois. Dans nos vignobles français, arrachés pendant la période phylloxérique, l'on avait souvent remarqué des souches qui étaient éclatées naturellement (*mal dello spacco* des Italiens) et dont le centre était décomposé et poussiéreux, et cela au milieu d'un plus grand nombre de ceps dont le cœur et l'aubier de la tige étaient consistants et durs ; mais le caractère amadouvien de ces altérations n'avait aucunement fixé leur attention pas plus que celle des viticulteurs grecs ou italiens.

La maladie, telle que nous pouvons la caractériser actuellement, était connue des viticulteurs français et de nos vieux vignerons par l'une de ses manifestations extérieures, la plus frappante, quoique non exclusive d'autres symptômes. L'*apoplexie* ou *folletage*, qui se caractérise par la mort brusque, en quelques heures, des ceps en pleine végétation, surtout en août, et par la dessiccation rapide du feuillage et des rameaux des ceps les plus vigoureux, était connue de toujours dans le vignoble méridional. Voici la description que donne de cet « accident » Henri Marès dans le *Livre de la Ferme* (1865 et 4e édition, t. II, p. 263) :

« Nous désignons, sous ce nom d'*apoplexie*, une maladie terrible et très anciennement connue, qui frappe isolément les ceps, au milieu de l'été en pleine végétation, chargés de fruits, et les fait périr en quelques jours.

« Des paysans de l'Hérault disent que les souches ainsi attaquées sont foullétadas, c'est-à-dire tourbillonnées, et ils attribuent leur mort au passage de ces tourbillons de vent qui, dans une journée calme et chaude, se produisent tout à coup, et présagent un changement de temps... Cette maladie ne fait que sévir çà et là et frappe les ceps isolément, sans être contagieuse ou épidémique, car autrement, elle deviendrait l'obstacle le plus sérieux à la culture de la vigne.

L'apoplexie se développe surtout *dans les sols riches et profonds, dans ceux qui sont frais*... Après une année très pluvieuse, on observe ordinairement plus d'apoplexies dans les vignes que les années sèches.

La maladie sévit principalement du 15 juillet au 15 août, et, tout à coup, sans symptômes précurseurs, on voit les feuilles, les fruits et les sarments se dessécher et périr. Quelquefois les sarments meurent imparfaitement. Dans ce cas, la souche peut durer encore, mais elle n'est plus fructifère, et finit par périr misérablement. La mort gagne le cep du haut en bas des sarments ; elle s'étend aux branches et au tronc et descend ensuite aux racines. Leur couleur à l'intérieur est d'une teinte rouge-brun, qu'elles n'ont pas lorsqu'elles sont saines. A l'intérieur, quand on coupe le vieux bois, on le trouve rouge veiné de brun... »

Dans la 2e édition des « Maladies de la Vigne » (1887, p. 431), je considérais aussi l'apoplexie ou folletage comme une maladie accidentelle, non parasitaire, et j'en parlais ainsi dans cette édition et dans les suivantes :

« On observe parfois en pleine végétation, surtout en juillet-août, des ceps qui meurent instantanément au milieu d'une plantation. Les feuilles se fanent, ternissent et sèchent, les rameaux et même les bras subissent le même sort. En quelques minutes, les vignes peuvent périr. Il est bien rare qu'elles repoussent quand on les recèpe, ou qu'elles reprennent, l'année suivante, malgré tous les soins de culture qu'on pourra leur donner, une vigueur suffisante qui leur permette de se relever. Ce ne sont que des ceps isolés, exceptionnellement nombreux

dans une vigne, qui sont atteints par cet accident qu'on nomme *folletage* ou *apoplexie*... Des rameaux entiers ou des bras isolés sont détruits quelquefois sur un pied, sans que les autres soient altérés.

« Les cas de folletage auraient été constatés plus souvent, dans ces dernières années, sur les vignes greffées que sur les producteurs directs. Le folletage se produit dans tous es milieux, mais plus fréquemment dans les sols profonds, frais ou humides... C'est à la suite de fortes pluies et pendant les grosses chaleurs, qu'on a à le redouter... »

Il n'est pas douteux, comme nous le verrons, que la plupart des cas d'apoplexie foudroyante sont dus au Champignon cause de l'Esca. Mais la mort brusque des ceps n'est pas toujours dépendante de ce dernier ; elle peut tenir à d'autres causes non parasitaires, d'ordre physiologique ou accidentel. Faut-il appliquer le mot d'*apoplexie* aux seuls cas de mortalité foudroyante et parasitaires et réserver le nom de *folletage* aux cas de mortalité physiologique ou accidentelle ainsi que l'a proposé M. L. Ravaz, l'un des premiers qui ont déterminé la cause parasitaire de la maladie. Nous estimons que mieux vaut reprendre l'ancien nom d'*Esca* (ou Escha) des vignerons grecs et italiens ; car si l'Esca cause le plus souvent la mort brusque des ceps envahis, il n'en est pas toujours ainsi, d'autres symptômes se manifestent sans que la vigne soit apoplexiée. Le nom d'Esca délimitera et précisera mieux l'affection et sa cause parasitaire.

Le parasite qui cause la maladie de l'Esca est un gros Champignon Basidiomycète, de la famille des Théléphorées, voisine des Polyporées, que nous estimons être une vraie espèce, le *Stereum necator* Viala, forme très voisine du *Stereum hirsutum* (Wild) Fries, dont on pourrait, à la rigueur, le considérer comme une variété botanique (*Stereum hirsutum* var. *necator*). L'étude ultérieure, anatomique et surtout physiologique, permettra de préciser les caractères distinctifs du *St. hirsutum* et du parasite de l'Esca, que l'on avait confondus jusqu'à ce jour ; leurs affinités sont d'ailleurs très grandes, surtout pour les fruits à basides. Le parasitisme du *S. hirsutum*, qui vit sur les vieilles souches et les vieux bois de Chêne, Charme... est douteux ; c'est une espèce surtout saprophyte.

Si le *St. necator* est la cause de la maladie de l'Esca dans le vignoble du Monde entier, d'autres espèces du même groupe de Champignons Basidiomycètes ont été observées ou signalées sur la vigne. En 1885, J.-E. Planchon, le distingué botaniste, un des auteurs de la découverte du Phylloxera en France, m'apportait à mon laboratoire de Montpellier, une souche avec une très grosse fructification de *Poria* (Polypore), qui n'avait pas été spécifiée alors et que mes souvenirs me permettent de rapporter au *Fomes igniarius* (L.) Fries (*Polyporus igniarius*). Cette espèce, je l'ai trouvée, en 1892, en belle fructification à Elne (Pyrénées-Orientales), et, en 1899, sur un pied de vigne, mort progres sivement en quelques jours, dans une des serres des Forceries de la Seine, que je dirigeais à Nanterre. Je reviendrai sur cette espèce au cours de ce mémoire

car, quoique rare sur la vigne, il n'est pas douteux qu'elle en est un hôte parasitaire.

Un Basidiomycète, le *Polyporus hispidus* (Bull.) Fries (*Xantochrous hispidus*), fréquent sur le Mûrier, n'a été par moi trouvé qu'une seule fois sur un seul cep de vigne, déjà mort, contre une allée de Mûriers fortement envahis par le même Polypore dans le domaine de Cavalès (Saint-Gilles, Gard). C'est probablement un simple accident, de nature non parasitaire.

D'autres Basidiomycètes ont été signalés sur la Vigne, mais sans précisions sur leur nature parasitaire ou saprophytaire. J'en excepte cependant une Agaricinée, l'*Armillaria mellea* (*Agaricus melleus* (L.). Quelet, qui attaque les racines de la vigne comme celles de nombreux arbres (Mûrier, Chênes, Pins...) et est partiellement la cause du Pourridié (1), ainsi que l'*Aureobasidium vitis* Viala et Boyer de la famille la plus inférieure du groupe des Basidiomycètes, les Exobasidiées (2).

D'autres espèces de Basidiomycètes-Hyménomycètes ont été citées pas divers mycologues comme simplement notées sur la vigne, sans aucune indication sur leur rôle parasitaire ou accidentel ; ce sont de simples énumérations du Champignon et de son hôte, celui-ci presque toujours constitué par des troncs de vignes mortes.

Dans le « Sylloge Fungorum », Saccardo cite : *Merulius corium* sur V. Labrusca, *Poria papyracea* Schweinitz sur V. Labrusca, *Poria barbæformis* Berkeley et Curtis et *Stereum cristatum* sur V. vinifera.

M. C. L. Shear, mycologiste du département de l'Agriculture de Washington, nous a énuméré comme notés sur la vigne aux États-Unis d'Amérique sur V. Labrusca : *Polyporus papyraceus* (Schweinitz : *Synopsis Fungorum Carolinæ*, p. 99), *Poria ferruginea* (= *Poria contigua* ou *Polyporus antiquus* Persoon, ou *Polyporus viticolus* Fries : *Elenchus Fungorum*, p. 115).

M. G. Farlow, de l'Université de Berkeley (E. U. A.), nous citait, en 1909, pour les Polyporées américaines, avec le *Poria papyracea* (*Polyporus vaporarius* var. *papyraceus* Thumen, ou *Boletus papyraceus* Schw.), le *Poria viticola* Che. (ou *Polyporus viticolus*) et le *Macronoporus ferruginosus* Ell. et E. (*Polyporus ferruginosus* Schr. et Al.).

M. le Dr Gy de Istwanffi, de l'Université de Budapest, nous donne, comme notés sur vignes : *Polyporus versicolor* Thumen (*P. zonatus*, *P. hirsutus*) (*in* Die Weinlaube, XVII, 1886, p. 229-231), une Agaricinée putrescente : *Collybia platyphylla* (Magnus : Botanische Gesellschaft. XXIV, 1906, p. 402-406), un *Thelephora* (?) en Hesse (Zeitsch. f. landw-Vereine Hessen, 1897, n° 109, p. 107). M. G. de Istwanffi a observé lui-même une Agaricinée, l'*Hypholoma fasciculare* (Institut ampelologique, 1908, p. 98) déjà décrit par Voglino

(1) P. Viala, *Monographie du Pourridié des vignes et des Arbres fruitiers* (1891, p. 12 à 17).
(2) P. Viala, *Les maladies de la vigne* (3e édition, 1893, p. 348)

sur le Châtaignier (Osserv. sul. principali malat. crittog., 1904, p. 86 et 61) et par Kisk sur le Framboisier (Raspberry Root Rot. Depart. of. agric. Division of Botany and Hortic., 11e report, 1902-1903). M. G. de Istwanffi attribue une action parasitaire à ce Basidiomycète.

Le nombre des Polyporées observées sur la vigne par les divers mycologues se réduirait à deux, en tenant compte des synonymes : le *P. papyracea* qui n'est peut-être que le *Stereum hirsutum* ou le *St. cristatum*, et le *P. ferruginea*; auxquels il faudrait ajouter le *St. necator*, le *P. igniarius* et le *P. hispidus* qui sont étudiés dans le mémoire actuel.

Les premiers spécimens bien nets d'une maladie spéciale, pour sa détermination, m'ont été envoyés, en novembre 1898, par M. Janini, ingénieur agronome de la province de Valence (Espagne) ; je possède encore dans mon laboratoire ces grosses tiges de vigne bourrées d'amadou avec zone brune sur le bois du pourtour.

Dès 1904 et 1905, M. Ch. Lemarchand, grand entrepreneur de travaux publics à Paris, et propriétaire du grand domaine viticole de La Badessa, à Squinzano (province de Lecce, Italie méridionale, dans la région de Brindisi), m'apportait de nombreuses souches malades et, avec un dévouement constant, pendant dix années successives, recueillait, sur mes directives, dans la province de Lecce, des renseignements pratiques sur la maladie que les ouvriers vignerons italiens connaissaient vaguement et désignaient sous le nom d'*Escha*. Le vignoble de La Badessa et nombre de vignobles voisins, à Squinzano et dans les régions du Sud de l'Adriatique, dépérissaient par places, et même par parcelles, sous l'action de l'Escha italienne, complétée parfois par celle d'un insecte, le *Termes lucifugus* qui creusait ses galeries dans les troncs pourris avec ouvertures de celles-ci sur les grandes plaies de tailles, nombreuses, des souches âgées.

Il est curieux qu'aucun auteur italien et aucun mycologue n'aient jamais décrit et étudié cette grave affection dans le Sud de la Péninsule ; cela tient sans doute à ce que les fructifications à chapeau du parasite, extérieures au tronc, sont très rares ; car bon nombre de botanistes distingués de l'Italie n'auraient pas manqué de décrire ou tout au moins de signaler le *Stereum* sur ces vignes.

J'observais et notais les mêmes altérations des tiges de vigne, en 1906, 1908 et 1909, sur des ceps du grand vignoble de Cavalès (Saint-Gilles-Gard), bue je commençais à étudier sur place et sur échantillons que m'envoyait régulièrement, jusqu'en 1916, mon regretté ami Jean Cazelles. C'est seulement en 1908, et à plusieurs reprises depuis lors, que je pus, par la méthode du bouturage et sur milieux nutritifs appropriés, cultiver artificiellement le Champignon de l'Esca et en suivre le développement morphologique et physiologique, après purification des premières cultures, ce qui demanda de longs mois. Cette

étude a été particulièrement délicate, car le Basidiomycète, pour compléter tout son cycle biologique, exige des cultures en grosses masses, toujours difficiles à réaliser aseptiquement, même dans les milieux les plus favorables ; son évolution est lente, elle exige pour être complète, deux ou trois ans au moins, et jusqu'à cinq et dix ans dans les plus belles cultures. C'est surtout à la fin de 1911 que j'ai pu être maître de cette évolution. J'en avais esquissé la base et les premiers stades dans mes cours de l'Institut national agronomique dès 1909, et, chaque année, j'en ai fait connaître à mes élèves les nouveaux résultats obtenus soit dans le vignoble, soit au laboratoire. C'est cet ensemble d'études effectuées dans le vignoble européen et complétées par les nombreuses recherches de laboratoire, les deux poursuivies pendant une vingtaine d'années, qui font l'objet de cette Monographie de l'Esca.

BIBLIOGRAPHIE

DELACROIX et MAUBLANC. — Maladies parasitaires des plantes cultivées (1909, t. II, p. 194. J.-B. Baillère, Paris.

R. DEZEIMERIS. — D'une cause de dépérissement de la vigne (1re édition, 1887. Bordeaux, Féret et fils. Brochure de 81 pages avec planches, 5e édition, 1891).

M. GARD. — L'apoplexie de la vigne et les formes résupinées du *Fomes igniarius* Fries (*Revue de Viticulture*, 1922, t. LVI, p. 201).

— — L'apoplexie de la vigne, les moyens de la combattre et d'y remédier (*Revue de Viticulture*, 1923, t. LVIII, p. 399).

R. HARTIG. — Die Zersetzungserscheinungen des Holzes (1878, p. 114, pl. 15 et 16 et p. 129, pl. 18. Berlin, Springer).

— — Lehrbuch der Baumkrankheiten (1882, p. 91. Berlin, Springer).

F. LAFAR. — Handbuch der technischen Mykologie (1904-1906, t. III. Iéna, Fischer).

R. LAFON. — L'apoplexie, traitement préventif, méthode Poussard (1921, Montpellier. Brochure de 96 pages).

— — Rapport sur la taille de la vigne et l'apoplexie (1922, *Société des Viticulteurs de France*, t. XXXV, p. 57).

H. MARÈS. — Le livre de la Ferme (1865, t. II, p. 263 de la 4e édition).

L. MOREAU et E. VINET. — Contribution à l'étude de l'apoplexie de la vigne et de son traitement (1923, *Revue de Viticulture*, t. LVIII, p. 337).

CH. NORDMANN. — Les méthodes pasteuriennes et la viticulture (1923, *Revue des Deux Mondes*, 15 juin, p. 940-942)

E. PANTANELLI. — Sui caratteri dell arriciamento et del mosaico delle vite (1922, Malpighia. An. 25, fasc. I, p. 4 et 50 et tirage à part).

N. PATOUILLARD. — Les Hyménomycètes d'Europe (1887, Paris, Paul Klincksieck).

L. PETRI. — Ricerche sulle sostanze tanniche delle radici nel G. Vitis in rapporte alle fillosseronosi (1921, *R. Acad. del Lincei*, Rome, janvier, p. 57 à 65).

— — Osservazioni sopra la alterazioni del legno della vite (1912, *Stationi espererimentali agrarie Voliane*, vol. XLV, fasc. 7, p. 501 à 547).

E. PRILLIEUX. — Maladies des plantes agricoles (1895, t. I, p. 315, Paris, Firmin-Didot).

— — et DELACROIX. — Maladie des Mûriers. *Polyporus hispidus* (1894, *Annales de l'Institut national agronomique*, n° 13, p. 81 à 85, avec planche).

L. RAVAZ. — Le folletage (1901, *Progrès agricole et viticole*, p. 633, avec planche en couleurs).

— — Sur l'apoplexie de la vigne (1909, *Progrès agricole et viticole*, t. II, p. 574 et tirage à part avec planche en couleurs).

— — L'apoplexie (1912, *Progrès agricole et viticole*, p. 258).

— — La lutte contre les Insectes. L'apoplexie (1915, *Progrès agricole et viticole*, t. I, p. 97).

— — L'arsenic contre la Pyrale et l'apoplexie (1918, *Progrès agricole et viticole*, t. I, p. 318 et t. II, p. 223).

— — Encore l'apoplexie de la vigne (1919, *Progrès agricole et viticole*, t. II, p. 601).

— — La taille de la vigne et l'apoplexie (1922, *Progrès agricole et viticole*, t. I, p. 3, 77, 437).

— — Sur des nombreux cas de mortalité des ceps (1923, *Progrès agricole et viticole*, t. I, p. 488).

— — L'apoplexie dans les jeunes vignes (1923, *Progrès agricole et viticole*, t. II, p. 444).

— et CH. PAVLOW. — Sur le folletage ou apoplexie de la vigne (1906, *Progrès agricole et viticole*, t. II, p. 610).

RIVES. — Sur le parasitisme du *Stereum hirsutum* et son rôle dans l'apoplexie de la vigne (1921, *Progrès agricole et viticole*, t. II, juin).

SACCARDO. — Sylloge Fungorum (1898, t. VI et XIII, p. 180 et 563).

O. SARCOS. — Concours d'appareils destinés à combattre la Pyrale et la Cochylis (*Revue de viticulture*, 1903, t. XIX, p. 228).

— — Pyrale et Cochylis; leur destruction par les badigeonnages (*Revue de viticulture*, 1904, t. XXII, p. 605 à 611).

J. DE SEYNES. — Recherches pour servir à l'histoire naturelle des végétaux inférieurs. (I. — Fistulines, 1874. — II. Polypores, 1888. — III. Formation des corps reproducteurs, 1886. — Paris, Masson).

P. SORAUER. — Handbuch der Pflanzenkrankheiten (1908, 2e édition, p. 383 et 386. Berlin, Paul Parey).

P. VIALA. — Les maladies de la vigne (1885, 2e édition, p. 431, et 3e-4e éditions, 1893, p. 471).

— — Monographie du Pourridié de la vigne et des Arbres fruitiers (1891, *Thèse de Doctorat*, 1 vol. avec 7 planches, Montpellier, Coulet).

— — Cours de Viticulture de l'Institut agronomique (1904-1925).

— — Rapport de mission sur le vignoble grec (1914, édition grecque, Athènes. — 1921, Édition française, *Annales de l'Institut national agronomique*).

— — Les maladies de la vigne sur les bords du Vardar (1914, *Académie d'agriculture* et *Revue de Viticulture*, t. XLIV).

— — Notice sur les travaux scientifiques et agronomiques (1917, p. 100 à 105 et fig. 24 à 30. Paris, *Revue de Viticulture*).

— — Rapport sur l'Esca, maladie cryptogamique de la vigne (1922, *Annales de la Société des Viticulteurs de France*, t. XXXV, p. 65).

— — La maladie de l'Esca (1923, *Revue de Viticulture*, t. LVII, p. 5, avec planche en couleurs).

— — Maladie de l'Esca (Notes recueillies au cours de viticulture de l'Institut agronomique par M. P. Marsais. *Revue de Viticulture*, 1923, t. LIX, 5 juillet)

II. — GÉOGRAPHIE DE L'ESCA

L'Esca a certainement existé de tout temps à l'état endémique dans le vignoble du Monde entier ; nous ne pouvons cependant l'affirmer pour les vignobles de l'Amérique du Sud, ni pour ceux de l'Australie et du Cap de Bonne-Espérance. Les moyens de propagation du parasite, nous le verrons, facilitent sa dissémination et son extension aux plus grandes distances.

Nous avons trouvé l'Esca dans tous les vignobles de l'Europe et de l'Asie occidentale (bords de la Méditerranée) ; elle est particulièrement grave dans les régions de Smyrne, de la Syrie et de la Palestine. Je l'ai observée dans tout le vignoble occidental de la Grèce actuelle, surtout en Macédoine et dans les îles de Crète, de Samos, de Corfou. A Naoussa (Macédoine), des parcelles entières étaient ravagées par l'Esca, avec les troncs amadouvés et troués des galeries du *Termes lucifugus* ; l'Esca n'avait épargné aucun cep. Dans ces vignes âgées, la maladie était générale et ne présentait cependant que des cas très rares d'apoplexie. Je n'ai jamais observé dans aucun autre vignoble une pareille intensité du mal. Mais cela tient sans doute à ce que les cas d'apoplexie rares n'avaient pas provoqué l'arrachage des souches dans les vignes de coteaux fort mal cultivées ; la maladie se manifestait surtout sur les feuilles, par les décolorations en mosaïque ou par leur jaunissement, et par des rameaux rabougris et court-noués. Les coteaux de cette région qui bordent la grande plaine de Salonique, traversée par le Vardar, ont un climat exceptionnellement chaud et sec, et un sol caillouteux, assez maigre et argilo-siliceux. Dans la plaine du Vardar, plus humide et souvent marécageuse, l'Esca, fréquente aussi, se manifeste par de bien plus nombreux cas d'apoplexie.

Des faits analogues et graves de l'Esca, sans apoplexie, ont été encore par nous observés dans l'île de Samos (Carlovassy et Vathy), en Crète et dans l'Eubée (Chalcis), toujours en sols silico-argileux ou argilo-siliceux, peu ou pas calcaires. Dans les autres régions de la Grèce, la maladie, sans avoir cette intensité et cette généralité, existe partout et ses modalités en terrains plutôt frais sont identiques à celles que l'on peut noter dans le vignoble européen. Des cas analogues à ceux de la Macédoine, nous ont été signalés dans le vignoble espagnol (provinces de Barcelone et de l'Andalousie).

Nous rapprocherons de ces cas de gravité exceptionnelle de l'Esca ceux des vignobles du Sud de l'Adriatique et particulièrement celui du vignoble de La Badessa, à Squinzano, où près de 32 p. 100 des souches avaient été détruites dans la période de 1904 à 1913, toujours en terrains maigres, secs et sous un climat très chaud, sans mort brusque des ceps (apoplexie), mais avec

caractères de décoloration (mosaïque ou jaunisse) des feuilles, rabougrissement et action complémentaires du Termite, logé dans ses galeries creusées dans le feutrage mycélien du Champignon.

Le *T. lucifugus* n'a dans ces régions chaudes, où il est surtout confiné, qu'une action postérieure et complémentaire en terrains maigres et secs, sur des vignes rabougries par le Champignon qui les a tout d'abord parasitées. Le Termite n'existe pas ou est très rare en France, et l'Esca constitue bien une entité pathologique avec, le plus souvent, mort brusque ou apoplexie, et parfois avec rabougrissement progressif de la plante, décoloration en mosaïque ou jaunissement des feuilles, desséchement partiel des rameaux ; ces derniers symptômes terminés souvent par l'apoplexie aux divers stades plus ou moins prolongés de la maladie et en conditions favorables d'humidité.

La dissémination et l'extension de l'Esca en France sont aussi générales que celles du Mildiou ou de l'Oïdium. La maladie est rare dans les jeunes vignes de quatre à quinze ans ; elle attaque surtout les vignes âgées de vingt à vingt-cinq ans et sa gravité s'accentue au delà de cet âge ; nous en connaîtrons la raison physiologique. La gravité de l'Esca dans le vignoble européen et en France, si elle n'est pas aussi pernicieuse que dans les vignes, d'Orient, peut cependant, au bout d'un certain nombre d'années, se traduire par des ravages tels que tous les ceps, irrégulièrement anéantis dans une même parcelle, finissent par disparaître progressivement.

J'ai pu observer plusieurs cas de ce genre dans le vignoble méridional et M. L. Ravaz (1) en a rapporté de semblables. Ainsi, dans le vignoble de Cavalès (Gard), sur les bords du Rhône, dans des sols d'alluvions profonds, riche, et frais, constitué par des plants français directs et soumis à la submersion ou greffés sur divers porte-greffes et sur souches âgées de plus de vingt-cinq à trente ans, la mortalité par l'Esca avait atteint, dans certaines parcelles et annuellement, jusqu'à 8 p. 100, et cela pendant plusieurs années successives, avec variations dans d'autres parcelles de 2 à 5 p. 100 de ceps détruits ; en douze ou vingt ans, tout le vignoble aurait été détruit par l'apoplexie. Le mal put être enrayé par des traitements efficaces.

Dans un autre vignoble où j'ai suivi l'évolution de la maladie (Grémian, près Cournonterral, Hérault), dans une parcelle de 3 hectares, d'environ 12 000 pieds, le tiers des vignes, 4 000 pieds environ, avait été remplacé depuis quelques années et l'on pouvait estimer à 6 p. 100 la moyenne, par an, des ceps apoplexiés ; là aussi la maladie fut enrayée après que la cause en fût déterminée.

Enfin, et je borne là ces exemples d'une exceptionnelle gravité, dans une parcelle de vignes de trente-deux ans, en terrain comme la précédente de diluvium caillouteux, de mon vignoble personnel (à Cournonterral, Hérault), la mortalité atteignait certaines années le 5 p. 100 des ceps, jusqu'au moment où le mal fut efficacement combattu.

(1) L. Ravaz, *loc. cit.* (1909-1919).

Des exemples de pareille gravité de l'Esca nous ont été rapportés pour d'autres vignobles de l'Hérault, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, etc.

M. R. Lafon (1) a compté, en Charente, sur des vignes âgées de vingt ans, des mortalités accumulées et totales à cet âge de 13 p. 100, sur d'autres, de quinze à vingt ans, de 15 à 20 p. 100, et sur des vignes de vingt à trente ans, des dépérissements de 10 à 25 p. 100.

M. L. Moreau et E. Vinet (2) estiment à 3 p. 100 et 6,5 p. 100 le nombre de pieds atteints par l'Esca dans une parcelle de vignes des environs d'Angers (Maine-et-Loire).

C'est dans les vignobles du Midi de la France que l'Esca sévit avec intensité dans les vignes âgées, et, croit-on, surtout dans les vieilles vignes greffées qui paraissent vieillir plus vite, quoique rien ne permette cependant de l'affirmer avec certitude. Nous reviendrons sur la composition chimique des tissus qui favorise, à partir d'un certain âge de ceux-ci, le développement du parasite. Mais le cas de Cavalès que nous avons cité pour des vignes franches de pied et submergées est bien une preuve, *a priori*, que le greffage n'est pas la cause exclusive d'une plus grande gravité de l'Esca. Ce cas démontre encore que la maladie peut s'établir dans les terres les plus riches comme dans les sols les plus secs et les plus arides. Mais si, dans ces derniers, les caractères pathologiques de l'Esca présentent, suivant leur composition et suivant les cépages, des modalités particulières, dans les sols profonds, riches et frais, la mort brusque, l'apoplexie, survenant sur les ceps les plus vigoureux, est un phénomène à peu près exclusif

L'Esca a, dans le Midi de la France, des allures spéciales de dissémination et de progression que tous les viticulteurs ont pu noter et que M. L. Ravaz a précisé un des premiers. Si l'on arrive à déceler la première apparition de la maladie dans une vigne, c'est sur une ou deux souches, souvent les plus vigoureuses ; brusquement l'ensemble du feuillage se flétrit et la plante dépérit avec tous ses fruits, aux mois de juillet et août, à la période de la véraison, par temps chaud et sec succédant à une pluie, ou du moins en sol frais. Les pieds apoplexiés sont irrégulièrement disséminés dans la parcelle, rarement voisins. La maladie ne s'étendra pas les années suivantes autour des points primitifs d'invasion. Toujours en juillet-août, des ceps, en plus ou moins grand nombre (jusqu'à 2 et 8 p. 100), périront à leur tour, mais à des places indéterminées dans la même vigne, tantôt non loin, sinon au voisinage, des premièressouches tuées, tantôt à une distance variable. Bien rarement peut-on observer quelques foyers de mortalité, mais sans tache concentrique. Tout au plus les zones de mortalité, avec un plus ou moins grand nombre de pieds desséchés et irrégulièrement situés, se dessinent-elles dans la parcelle après plusieurs années d'invasion. Il semble aussi que la dissémination de la maladie en ligne droite, avec ceps vigoureux intercalés aux ceps foudroyés par l'Esca, s'indique parfois.

(1) R. Lafon, L'apoplexie, 1921, p. 13.
(2) L. Moreau et E. Vinet, Contribution à l'étude de l'apoplexie (R. V., 1923, t. LVIII).

Cette allure d'extension de la maladie ne rappelle en rien celle des maladies parasitaires (insectes ou cryptogames) qui s'étendent en s'irradiant autour d'un ou plusieurs foyers d'invasion ; elle est la même pour les pieds de vigne dont tous les organes extérieurs se flétrissent en quelques heures et pour ceux qui ne périssent lentement qu'au bout de deux à quatre ans, avec décoloration préalable et si caractéristique du feuillage. Bien plus, non loin d'un cep foudroyé par l'Esca se trouve parfois un pied de vigne moins luxuriant et de cépage différent ou identique, dont la tige bourrée d'amadou et les rameaux rabougris et très ramifiés ne subiront que tardivement la dessiccation totale mais progressive.

La dissémination et la progression de l'Esca dans une même parcelle de vigne sont identiques dans les vignobles du Nord et dans les régions méridionales. Quant à l'influence du climat, il semblerait, d'après les faits que nous avons jusqu'à maintenant analysés, que les températures élevées des vignobles du Midi seraient favorables à la gravité de l'Esca, mais elles ne sont pas absolument prépondérantes. L'Esca n'est aucunement spéciale aux régions chaudes, quoiqu'elle y soit peut-être et plus fréquente et plus intense; elle peut envahir les vignes situées à l'extrême limite climatérique de leur culture. Nous l'avons trouvée dans les vignobles de l'Anjou, de la Touraines, dans ceux du Loir-et-Cher, du Loiret, du Puy-de-Dôme, de l'Alsace, de la Bourgogne, de la Champagne, du Beaujolais... Nos visites et les nombreux documents reçus nous permettent d'affirmer que l'Esca est généralisée dans tout le vignoble français comme dans tout le vignoble européen. Ce que l'on peut noter cependant, c'est que les cas d'apoplexie sont au Nord moins fréquents qu'au Sud et que, par contre, les symptômes par feuilles décolorées en mosaïque ou par feuilles jaunes y sont plus nombreux.

Quant à la nature des terrains, nous n'avons pu faire qu'une observation précise. Le jaunissement des feuilles, causé par l'Esca, est plus fréquent dans les sols siliceux ou dans les sols non calcaires (Médoc, Anjou, Corinthe...); l'apoplexie est par contre plus générale dans les sols argileux et compacts ainsi que dans les sols profonds et frais.

III. — LÉSIONS DE L'ESCA

Le mycélium du Champignon parasite (amadou) vit dans les bras et le tronc de la souche ; il peut, mais rarement, et dans des cas spéciaux seulement, descendre aux racines, mais il s'arrête le plus souvent au « collet ». H. Marès avait signalé ce caractère de l'apoplexie, quand il disait : (1) « Les souches frappées d'apoplexie meurent jusqu'à l'extrémité courbée de leur racine qu'on désigne, en languedocien, sous le nom de *coüidel...* » Mais, si le *Stereum* attaque seulement et directement le bois de la tige, et jamais les rameaux et les feuilles, il produit dans ces organes des lésions indirectes, variées suivant les conditions particulières de son invasion (cépages, sols, individus).

Tige.

Caractères généraux. — L'étude botanique du parasite, cause de l'Esca, du *St. necator*, permettra de préciser son invasion qui se fait exclusivement par les plaies de taille, surtout par les larges plaies des bras ou du tronc, plus rarement par les plaies moins étendues de la taille annuelle (coursons) ; elle expliquera la mort brusquée, l'apoplexie, de tout le cep au-dessus des racines, conséquence la plus fréquente de l'action physiologique du parasite sur son hôte, en août, au moment de la plus grande activité des fonctions de circulation lors de la véraison. Nous voudrions, pour l'instant, limiter cette étude des lésions aux caractères, visibles à l'œil nu, que manifestent les divers organes soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des tissus de la vigne envahie.

Nous pourrons, au cours de cette étude, fixer les allures, dans le temps, de la maladie, lente dans son évolution et qui, sur les vignes âgées, nécessite, — fait de grande importance, — plusieurs années pour amener le résultat fatal de la mort brusque ou rarement progressive de l'individu attaqué. Depuis le début de l'invasion insidieuse du *Stereum* sur une plaie de taille jusqu'au moment de la mort du cep, une longue période de temps s'écoule ; le parasite ronge et détruit les tissus du tronc et ce n'est qu'au bout de quatre ou cinq ans et plus qu'il tue les plantes les plus vigoureuses sans qu'aucun signe extérieur décèle le plus souvent l'action pathogène du Champignon.

Cependant, les ceps âgés et vigoureux qui ne succomberont d'apoplexie qu'au bout de quelques années présentent, un ou deux ans avant leur mort

(1) Henri Marès, Livre de la ferme, *loc. cit.* (1865).

brusque, et à la fin de la végétation, des signes de mauvais aoûtement aux extrémités des rameaux, qui sont secs sur un ou plusieurs mérithalles du sommet.

Comme nous le constaterons au cours de cette étude, cette maladie de



Fig. 1. — Coupe longitudinale dans une souche de vigne envahie par l'*Esca* ; au centre, l'amadou, nettement limité par la zone noire. (Réduction de moitié.)

l'Esca, si particulière dans quelques-uns de ses effets de déséquilibre toxique, provoque des désordres de végétation; entre autres celui de la pullulation des gourmands sur le tronc et sur les bras, avec déformation des feuilles ; la tendance au Court-noué par exagération de la poussée de tous les bourgeons

normaux plus ramifiés et de très nombreux bourgeons secondaires et tertiaires. La présence, dans ces cas, de l'amadou dans le tronc ne laisse aucun doute

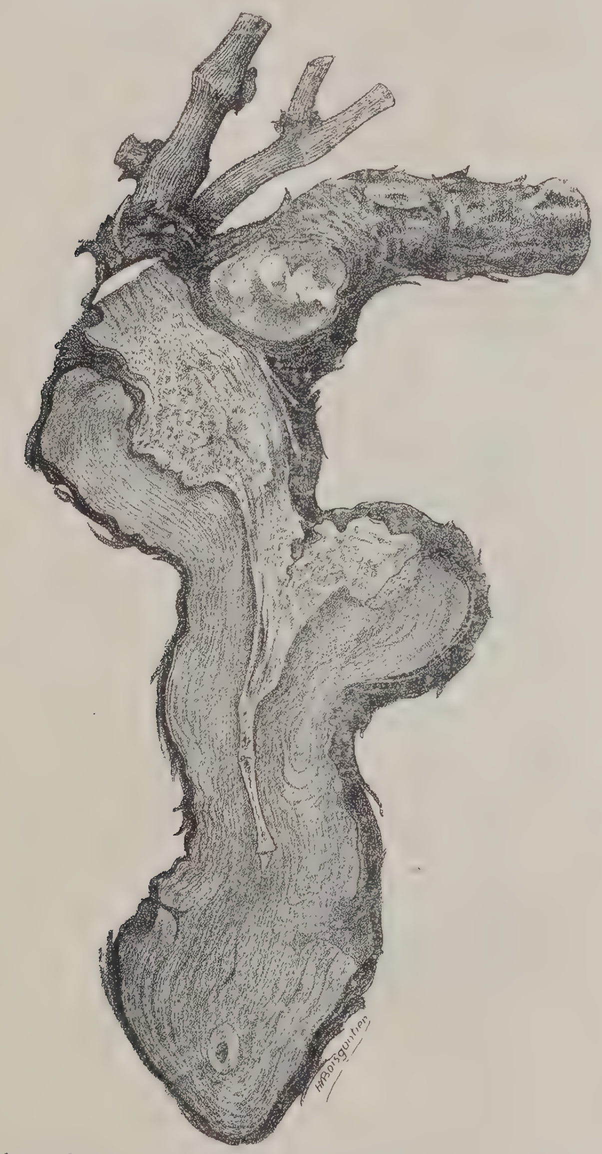


Fig. 2. — Coupe longitudinale d'une souche envahie par l'*Esca* dans les premières périodes de la maladie ; au centre, l'amadou parti d'un bras, à gauche, s'insinue dans le bois ; il est limité par la zone noire. (Réduction de moitié.)

sur la cause déterminante de ces anomalies. Mais ce sont caractères et symptômes qui ne sont pas spéciaux à l'Esca et sont communs à plusieurs autres accidents parasitaires, physiologiques ou météoriques.

M. L. Ravaz (1) a signalé, dans les premières périodes de l'invasion, une décoloration spéciale des tissus de la tige qui se traduit par une teinte plus jaune pâle, visible vers la partie externe du bois et dans l'aubier, quand on la sectionne dans sa longueur.

C'est lorsque l'on sectionne ainsi la tige et les bras longitudinalement

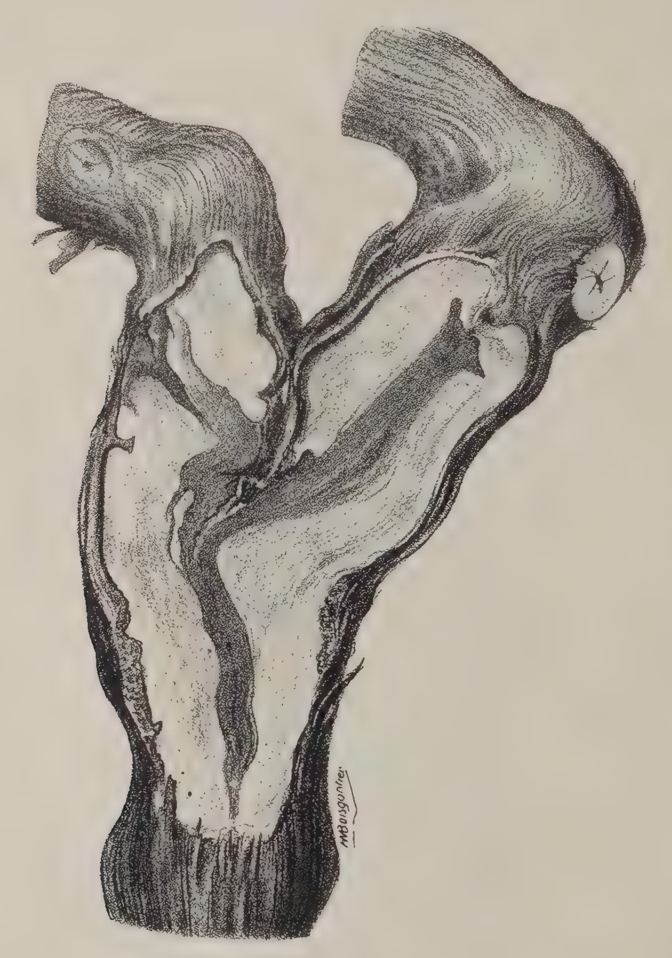


Fig. 3. — Tronc de vigne (trente-six ans) d'Aramon, apoplexié par l'*Esca* ; la partie claire dans la région où le bois a été fendu longitudinalement, montre l'amadou ayant détruit et remplacé tous les tissus, sauf la dernière lanière brunie sur les bords de la tige et d'où est résultée la mort brusque du cep. (Réduction de moitié.)

que l'on note les caractères les plus nets, les seuls spécifiques de l'Esca et qui ne peuvent jamais induire en erreur sur la vraie cause de la maladie. Nous avons pu, par l'examen de nombreux ceps examinés pendant plus de quinze ans, sérier ces caractères (Planche 1 et fig. 1 à 6).

(1) L. Ravaz, Le folletage (*loc. cit.*, 1901, p. 633).

Le *St. necator* pénètre d'abord par la moelle des plaies de taille, grandes (fig. 7) ou petites, et s'insinue progressivement en profondeur. Cette moelle prend une teinte plus foncée, comme noirâtre au lieu de la teinte brun clair normale. De la moelle, le mycélium se diffuse, par poussées successives

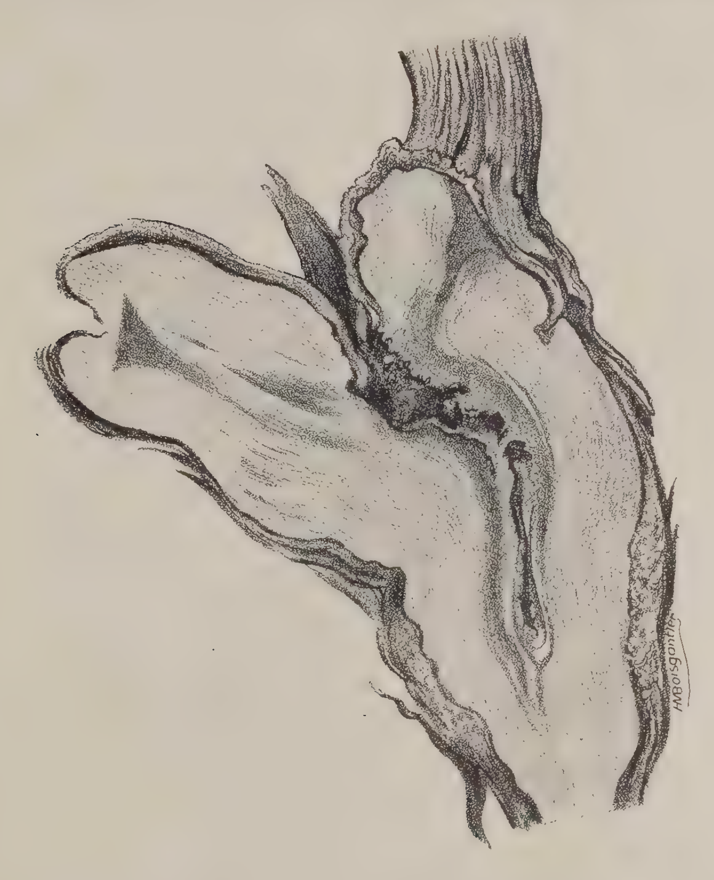


Fig. 4. — Coupe longitudinale dans un vieux tronc d'Aramon apoplexié par l'*Esca*, et dont tout le bois est remplacé par l'amadou, représenté en clair comme dans les figures précédentes. (Réduction de moitié.)

et concentriques (fig. 6), graduellement de l'intérieur à l'extérieur de la tige, et il descend de plus en plus bas jusqu'au collet de la plante qu'il dépasse rarement, non qu'il ne puisse parasiter les grosses racines, moins favorables cependant, mais la vigne est le plus souvent tuée avant leur pénétration par le Champignon. La preuve en est que si l'on rabat la tige au niveau ou un peu au-dessus du collet, parfois même au-dessous des points de soudure d'une greffe envahie, des rameaux adventifs sont émis sur le bois restant. Pénétration concentrique et descente progressive du parasite dans le bois des bras et de la tige, depuis les plaies de taille (fig. 2), sont caractéristiques de

son action pathogène. Or, cette pénétration concentrique se fait par poussées successives, probablement intensifiées aux périodes de chaleur (août) et lorsque le sol est tout au moins frais. C'est le résultat d'une action diastasique que permettra de mieux comprendre l'étude physiologique de la maladie de l'Esca ; elle expliquera mieux aussi l'influence plutôt moins favorable des sols secs et arides et celle plus adjuvante des sols frais sur la mort brusque, l'apoplexie de la vigne, aux divers stades du parasitisme.

Action diastasique. — Le mycélium du *St. necator*, s'irradiant de la moelle,



Fig. 5. — Coupe d'un fragment de grosse tige de vigne attaquée par l'*Esca* ; l'amadou occupe le centre (partie teintée) et s'insinue vers un bord, arrêtant en cette région la circulation et déterminant quelques-uns des caractères secondaires de la maladie. (Réduction de moitié.)

point primitif d'invasion, noircit d'abord un cercle tangent du bois concentrique, ronge ensuite ce bois et végète en masses serrées dans cette zone préalablement noircie (Pl. 1 et fig. 1 et 2). Ce noircissement est dû à une diastase (oxydase) dégorgée, en émissions successives, par le parasite. Cette oxydase agit sur les composés tannoïdes du bois, qui prennent cette teinte brun foncé, ou brun plus ou moins clair suivant les cépages, et qui tue en même temps les cellules qu'elle imprègne. C'est aux dépens de ces cellules et des corps tanniques oxydés que vit le Champignon ; il ne pénètre pas le bois sain, mais seulement la partie de ce bois noircie par la diastase. Un nouveau dégorgement d'oxydase produit le même résultat de noircissement et de mort des cellules d'une autre couronne de bois et prépare la pénétration d'une nouvelle poussée mycélienne. Le même cycle se renouvelle pendant plusieurs périodes

de poussées annuelles ou pluri-annuelles, de sorte qu'il ne reste plus, en dernier lieu, qu'un mince anneau de bois autour de la masse mycélienne (fig. 3 et 4). Ce dernier cercle ligneux a, à son tour, en août, ses cellules diastasées et la plante meurt brusquement apoplexiée en quelques heures ; la sève ne pouvant plus circuler à travers des tissus détruits, les feuilles et les

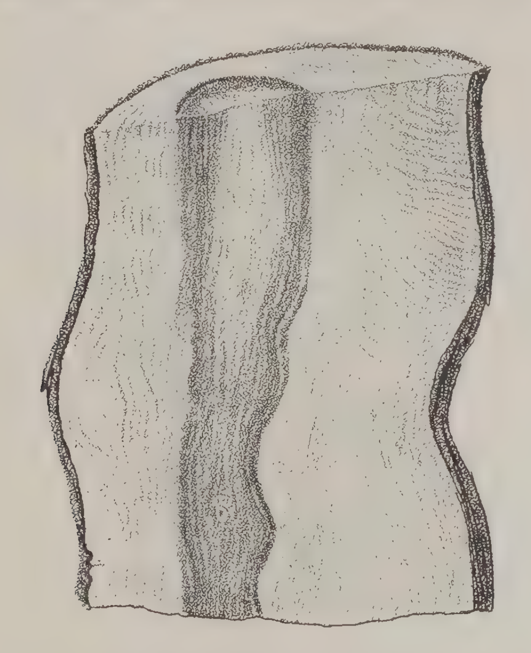


Fig. 6. — Coupe longitudinale d'une tige de vigne (vingt-deux ans) envahie par l'*Esca*, montrant au centre (partie teintée) la moelle et une partie du bois remplacée par l'amadou. (Réduction de moitié.)

rameaux sèchent rapidement. Ces divers stades demandent plusieurs années avant d'aboutir au dénouement fatal et définitif.

Dans ce cas, simple mais le plus fréquent, surtout en sols frais et profonds et pour les ceps les plus vigoureux, nous avons supposé l'évolution successive par poussée mycélienne précédée du dégorgement de la diastase oxydant chaque fois un nouvel anneau concentrique du bois que pénètrera ensuite le parasite. Ce parasitisme, indirect et physiologique, est un fait biologique très spécial. Le Champignon tue les tissus par ses dégorgements de diastase qui oxyde les tannoïdes et les rend propres à sa nutrition ; mais son mycélium ne pénètre pas les tissus vivants ; on ne le trouve jamais dans le bois normal et d'un jaune clair qui entoure l'anneau diastasé autour de l'amadou. Et c'est ce qui caractérise bien la maladie de l'Esca.

Les anneaux de tissus successivement noircis sont pénétrés, dissociés, rongés et digérés par l'abondant mycélium du *St. necator* qui finit par garnir tout le cylindre de la tige (fig. 3 et 4) ; la masse mycélienne y est spongieuse,

molle, d'un jaune clair ou rarement plus ou moins brunâtre, formant un faux tissu à consistance identique à celle de l'amadou (Pl. 1) avec, dans les grosses tiges, des fragments de bois intercalés et plus ou moins dissous par

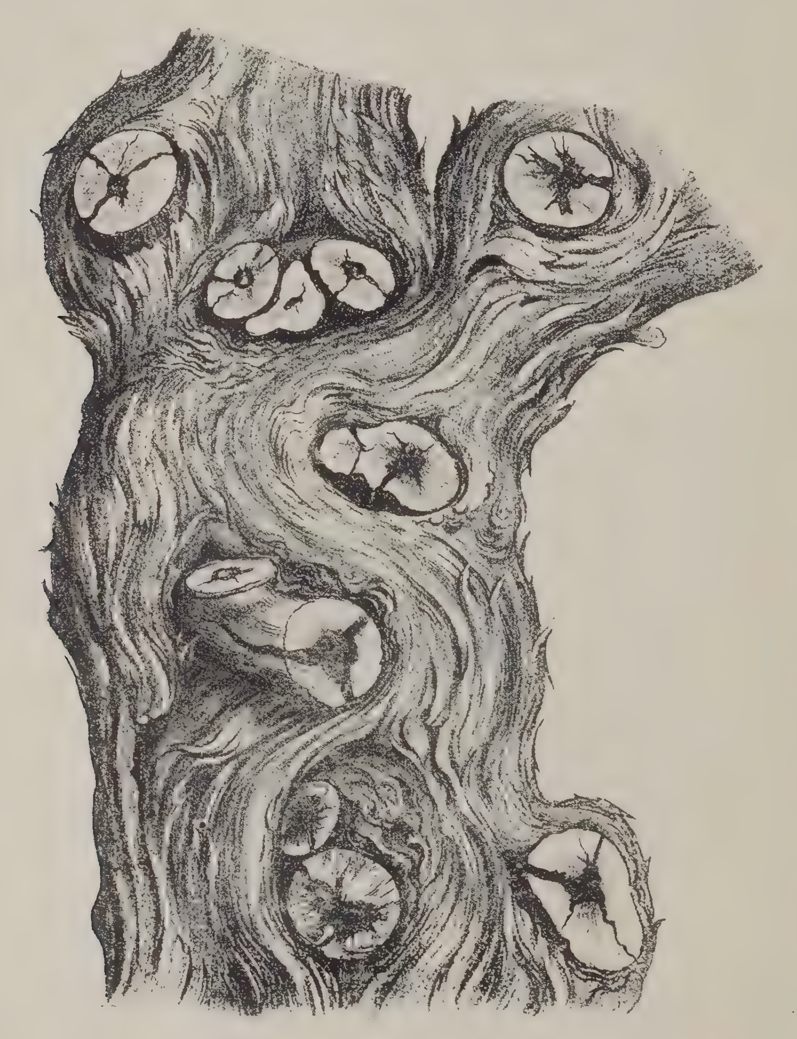


Fig. 7. — Fragment d'un vieux tronc de vigne attaquée par l'*Esca* et montrant les nombreuses et grandes plaies de taille. (Réduction de moitié.)

le mycélium (fig. 3 et 4). Ce qui est constant et bien caractéristique, c'est que cet amadou mycélien, qui remplit le centre d'une souche envahie et encore très vigoureuse ou d'un cep apoplexié, est toujours encerclé d'une zone régulière, un peu diffuse sur ses bords extérieurs, d'une teinte brun noirâtre tranchant sur le fond blanc jaunâtre du bois sain ou du mycélium intérieur d'un brun jaunâtre clair et mat (Pl. 1 et fig. 1 et 2).

Sclérotes : cordons et lames. — Ce caractère typique et général peut présenter quelques modalités. Avant de les décrire, je dois, pour l'étude botanique ultérieure du *St. necator* retenir, dès maintenant, la présence à peu près constante, dans la masse mycélienne des plus gros ceps bourrés d'amadou, de cordons et de lames très fines qui le traversent dans divers sens et sont décelables à l'œil nu par leur teinte d'un noir très foncé qui zèbre le faux tissu d'un brun jaunâtre clair.

Ces cordons et ces lames mycéliennes (sclérotes spéciaux) sont fréquents surtout sur les souches les plus âgées apoplexiées. Nous verrons que les deux sont, pour le *St. necator*, constants dans les cultures en milieux artificiels ; leur rôle est de la plus grande importance pour la propagation du parasite dans le vignoble.

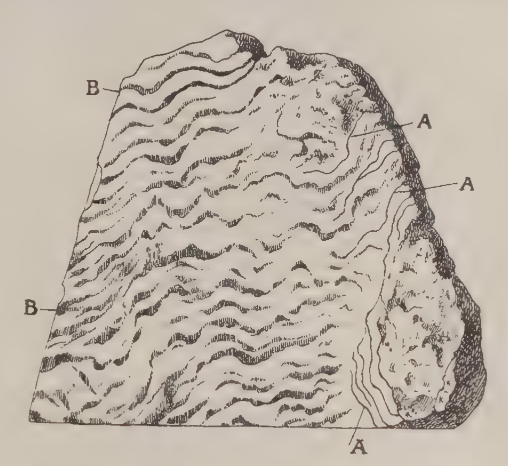


Fig. 8. — Coupe dans le bois de l'Olivier apoplexié : A, lames sclérotiques ; B, B, mycélium diffus dans le bois altéré (Grandeur nature.)

La tige altérée à l'intérieur par l'Esca et depuis un temps plus ou moins long, même après des années, n'offre à l'observation extérieure aucun symptôme, si ce n'est sur les plus grosses plaies de taille (fig. 7) au centre desquelles le tissu ramolli par l'amadou est peu consistant et cède à la pression du doigt. Ces plaies sont souvent comme éclatées (fig. 7) ; l'épais rhytidome de ces grosses tiges est normal. Rien, dans les cas les plus graves d'apoplexie en dehors des détails infimes cités plus haut, et qui échappent le plus souvent à l'observation, ne permet de déceler ni même de prévoir la présence du parasite jusqu'au moment de la mort des ceps foudroyés par le mal.

Fruits du St. necator. — Les fructifications du *St. necator* (Pl. 4), comme celles de tous les Polypores, apparaissent à l'extérieur de la tige, qu'elles débordent à travers les écorces fissurées ; j'en renvoie la description botanique à l'étude du Champignon. Ces fruits ne se forment que très rarement sur les ceps eschés, par exception même sur les ceps apoplexiés, et quoique le mal soit très ancien dans les tissus intérieurs de la tige. C'est sans doute cette rareté du Polypore sur les vignes mortes qui a fait, pendant si longtemps, méconnaître la vraie cause de la maladie des ceps apoplexiés. Lorsque les souches étaient arrachées et coupées pour les mettre au feu, les vignerons ont pu remarquer que le bois était pourri au centre, mais ils pensaient que c'était un fait normal pour de très vieilles souches.

D'autre part, si les souches mortes étaient laissées sur place, le Polypore, comme cela a lieu pour d'autres espèces du même groupe et de la même famille (Théléphorées), aurait dû fructifier à travers les écorces. Il ne semble pas qu'il en soit ainsi. Dans les vignes de la Macédoine et de l'île de Samos, où les parcelles détruites par l'Esca étaient abandonnées, je n'ai jamais observé de fructifications de l'Esca. Ainsi que M. L. Ravaz, j'ai trouvé plusieurs fois sur des souches eschées, mais non apoplexiés, de nombreux fruits du *St. necator* sur les tiges ; ces souches ont des caractères d'altération spéciaux et sont rares dans les vignobles envahis par l'Esca.

Dissémination du parasite. — Si les souches détruites progressivement ou apoplexiées par l'Esca sont abandonnées dans le vignoble et ne sont pas arrachées, l'amadou intérieur se dessèche et se réduit en une poussière jaune grisâtre, plus ou moins homogène, qui rappelle par son aspect et sa consistance la fine sciure de bois. Les bras et la tige finissent, en se desséchant, par se fendre (*mal dello spacco* des Italiens), soit dès le printemps après la mort du cep, soit en plein été de l'année suivante. Et la poussière mycélienne intérieure, avec les corps reproducteurs qu'elle contient, emportée par les vents, est la source principale de la dissémination et des invasions ultérieures du parasite. Les moyens d'invasion du *St. necator* seraient bien réduits s'ils n'étaient dûs qu'aux basidiospores des fruits qu'on ne rencontre pas le plus souvent pendant plusieurs années et sur des régions très étendues. Cette fente des souches, des bras et même des bois de deux ans que j'ai observée fréquemment sur des échantillons provenant du vignoble de Squinzano (Italie) et qui, sur mon indication, a été souvent relevée dans le vignoble même par son propriétaire, M. Lemarchand, est la porte ouverte à la propagation des germes de la maladie.

Les modalités du développement de la trame mycélienne intérieure à la tige et aux branches sont diverses ; la progression peut être plus rapide en diamètre qu'en profondeur (fig. 2) et l'apoplexie survient avant que l'amadou ne soit engagé dans le bas de la tige. Des poussées mycéliennes s'engagent latéralement et plus rapidement en coin dans un sens et coupent ainsi la circulation dans les vaisseaux du bois et le liber (fig. 5), d'où apoplexie encore sans que tout le bois soit concentriquement rongé. L'attaque rapide peut encercler un bras sans descendre dans le tronc ; le bras succombe seul et son ravalement jusqu'au bois sain peut limiter le mal à ce bras, et arrêter son extension à condition d'aseptiser la grosse plaie de taille ainsi faite.

Bien d'autres variantes d'envahissement de l'amadou dans le bois de la tige ou des bras, par irradiations irrégulières ne détruisant que partiellement le bois et laissant passage réduit à la circulation, avec effets particuliers sur le feuillage qui seront rapportés pour ce dernier, pourraient encore être décrits. Le cas le plus général reste celui de la destruction de la tige par poussées concentriques et apoplexie à la suite de l'oxydation tanni-


B
A
A

que par la diastase du dernier anneau extérieur du bois resté encore indemne.

Caractères spéciaux — D'autres lésions dues certainement au parasite de l'Esca, quoiqu'il soit délicat de le préciser, offrent un caractère spécial et exceptionnel, qui, par comparaison à celles que nous venons de décrire, pourraient induire vers une toute autre cause. Mais, la culture des bois altérés, en milieu artificiel, donne une abondante production mycélienne du *Stereum*, qui ne laisse aucun doute sur la vraie cause de ces altérations. Je reconnais cependant que les caractères symptomatiques de ces lésions ne sont pas exclusivement spéciaux à l'Esca, et se retrouvent pour d'autres maladies ; on ne peut en fixer la cause qu'en décelant le parasite par l'examen anatomique du bois ou par le bouturage en culture de celui-ci.

J'ai observé cette rare forme de lésions du bois de la tige (Pl. 2 et fig. 12) surtout dans la Gironde et presque toujours dans des vignes situées en terrains de palus et dans les sols les plus riches en matières organiques (humus). La végétation extérieure des ceps âgés, dans ces sols fertiles, subit un rabougrissement lent et progressif d'année en année, avec caractères de Court-noué (fig. 14), chute des fleurs et moindre développement du diamètre de la tige. La maladie se concentre plutôt par taches que sur ceps isolés. Beaucoup de bourgeons normaux avortent, les autres ne donnent qu'un petit nombre de pousses courtes, effilées et subramifiées, à petites feuilles de teinte verte normale (fig. 13). La mort n'est jamais brusque, mais la plante finit par dépérir lentement.

Les souches qui ont cette anomalie végétative présentent dans le bois des caractères spéciaux et qui les différencient grandement des caractères normaux de l'Esca. Le cœur du bois de la tige n'a jamais de trame mycélienne condensée en amadou ; il reste dur et brun noirâtre, coloration qui tranche fortement sur la teinte normale du bois extérieur à la lésion (Pl. 2), et qui part toujours d'une plaie de taille et progresse lentement en se diffusant du centre vers l'extérieur contre l'écorce. Cette teinte brun noirâtre, et parfois d'un noir brunâtre foncé, due sans doute à une action particulière de la diastase dans un milieu nutritif d'une richesse exagérée en corps tannoïdes des tissus du bois, fait qui sera confirmé par les cultures, est bien provoqué par le *Stereum*. On trouve, en effet, son fin mycélium disséminé dans tous les tissus du cylindre central, mais en filaments parfois isolés, le plus souvent réunis en petit nombre et s'irradiant dans toutes les directions sans former des agglomérations. Le doute n'est pas permis sur la cause de ce noircissement et ses effets indirects, sans pourriture du bois, car le bouturage par ensemencements sur milieux artificiels donne toujours, quand le *Stereum* en est vraiment la cause, les mêmes masses amadouviennes que celles qui proviennent de l'Esca ordinaire. Bien plus, si l'amadou ne s'agglomère pas dans la région du centre de la tige, le mycélium se concentre cependant en filaments feutrés sur les plaies de taille fissurées (fig. 12),

et de petits nodules isolés, noirs, de mycélium sclérotique, de même constitution anatomique que les cordons ou sclérotes déjà signalés, se forment en petit nombre dans l'intérieur de ces tissus noircis.

Il semble, — mais ce n'est là qu'une hypothèse, — que le mycélium est ralenti dans son action par un excès de corps tanniques et qu'il dégorge un excès de diastase cependant insuffisante pour les oxyder. Les milieux sols, dans lesquels je les ai seulement observés, et le cépage, par la constitution chimique du bois (Merlot et surtout Malbec), sont-ils déterminants d'une action physiologique anormale ? Autant de déductions restées dans l'ombre, mais que les cultures en milieux artificiels sembleraient plutôt confirmer. Si la présence de l'amadou aggloméré permet sûrement d'identifier l'Esca, il n'en est pas de même pour le caractère du noircissement des tissus, car celui-ci peut être dû à d'autres causes ; les ensemencements par bouturage sur milieux artificiels sont le seul contrôle scientifique qui permette de rapporter l'altération à l'Esca.

Plaies de taille. — Cette forme de l'Esca, aussi bien que la forme normale, sont d'autant plus fréquentes, ou du moins les vignes sont d'autant plus favorables à l'invasion, que les plaies de taille, première voie de pénétration, sont plus étendues et moins bien cicatrisées (fig. 7 et 12).

La cicatrisation des plaies n'est d'ailleurs jamais complète ; elle commence toujours sur les bords par la formation d'un callus qui se subérifie de bonne heure et qui ne progresse pas dans une atmosphère sèche. Il reste toujours, sous tous les climats, une partie non recouverte au centre de la plaie. Il est bien rare que les tissus cicatriciels, qui ont commencé à se former au cours d'une végétation, fonctionnent à nouveau l'année suivante, car ils se sont subérifiés à leur surface; seules les petites plaies dues à la section des rameaux aoûtés d'un an sont, par exception d'ailleurs, recouvertes par le callus au cours de la même végétation. La cicatrisation des plaies est d'autant plus incomplète que le climat est plus chaud et surtout plus sec, plus réduite aussi pour les tailles d'hiver, en pleine période de repos végétatif, qu'au printemps, au début de la végétation, ou qu'à l'automne avant la chute des feuilles.

Les plaies de taille dans le Midi, et surtout en Tunisie, en Algérie, dans l'Orient, restent inertes et ne forment pas de callus. Sur mes indications, Bertainchand n'avait pu provoquer, dans son grand vignoble de Tunisie décimé par l'Esca, une cicatrisation partielle des plaies qu'en procédant à la taille en automne, avant la chute des feuilles lorsque l'activité végétative persistait encore. Dans ce même vignoble, des essais comparatifs de taille tardive, au moment du débourrement, par suite de l'atmosphère chaude et sèche, n'avaient donné aucun résultat pour la formation du callus. La dessiccation des tissus, mis à nu par la taille sur des plaies assez étendues, même lorsqu'on laisse un chicot et qu'on ne rase pas à son insertion par le sécateur, finît, dans ces conditions, en Tunisie et en Orient, par gagner en profondeur dans le bras. Ce que je

veux surtout noter, c'est que cette dessiccation des tissus, sans cause parasitaire, a lieu sous forme de coin pénétrant, avec la plus large base du côté de la plaie et s'effilant en pointe vers l'intérieur des tissus sains ; elle ne se diffuse pas, quoique profonde, sur les bords comme le font les lésions de l'Esca. Le bois sec reste dur avec une teinte d'un gris foncé terne.

Dans l'étude qu'il a faite des plaies de taille et de leurs répercussions sur la vigueur des vignes, R. DEZEIMERIS (1) a décrit, pour les vignes âgées, des « caries » du bois, partant des grandes blessures de taille qui, d'après les sommaires descriptions et les figures qu'il en a données, sont certainement le résultat de l'Esca. Je pourrais rapporter d'autres écrits qui confirment la préoccupation constante des viticulteurs, — comme des forestiers pour les arbres, — de réduire au minimum les blessures par la taille, auxquelles ils attribuent une part prépondérante, et souvent néfaste, sur la vigueur de la plante et sa végétation. On retrouve, dans les agronomes latins (2) (PLINE, COLUMELLE) et dans ceux des XVIe au XIXe siècle (OLIVIER DE SERRES, Abbé ROZIER, JULES GUYOT (3), cette constante préoccupation de diminuer le nombre ou la surface des plaies par la taille pour éviter la « nécrose », la « pourriture », la « carie » des tissus qui en sont la conséquence. Nul doute que parmi les « morbidités » décrites par ces anciens auteurs, l'Esca ait eu, à leur époque comme actuellement, un rôle important et peut-être dominant.

C'est donc toujours par les plaies de taille, étendues ou réduites, que la vigne est envahie par le *Stereum* ; la tradition des divers auteurs, qui ont écrit sur ces blessures culturales, le faisait prévoir, la pénétration des lésions le confirme, l'étude du parasite le démontrera (4).

(1) R. DEZEIMERIS, D'une cause de dépérissement de là Vigne (*loc. cit.*, 1887, p. 12 à 15 et pl. 1, fig. 3 et pl. 2, fig. 6).

(2) PLINE, Histoire naturelle, 17, 37 et 35, et p. 9 et 31). — COLUMELLE, *De re rustica* (lib. 4, 9 à 27).

(3) OLIVIER DE SERRES, Théâtre d'agriculture et Mesnage des Champs (4e édition, 1608). — ABBÉ ROZIER, Dictionnaire universel d'agriculture (1785). — JULES GUYOT, Étude des vignobles de France (1868).

(4) Je crois intéressant de rapporter ici un cas d'apoplexie, le seul que j'aie observé, d'un Olivier plus que centenaire et vigoureux dans une plantation de 52 arbres, disséminés dans l'une de mes vignes (Clos des Pins, à Cournonterral-Hérault), vigne dans laquelle une mortalité annuelle s'était produite pendant plusieurs années jusqu'au moment où l'Esca fut enrayée par les traitements. Même observation avait été faite sur un pied d'Arbre de Judée (*Cercis siliquastrum*) situé dans le même clos, ce dernier avec abondant amadou dans le tronc et surgissant à la surface des grandes plaies de taille dues à la suppression de grosses branches.

Je n'ai pu, dans ce cas de l'apoplexie de l'Olivier, observer de fructifications du Polypore que la situation de la plante apoplexiée en plein vignoble fortement envahi par l'Esca me permet, sans autre preuve précise, de supposer due au *Stereum*, quoique aucune espèce de ce genre n'ai été signalée sur l'Olivier; les seuls Polypores indiqués par divers auteurs sur cet arbre sont d'après SACCARDO : *Fomes oleicola* Henn., *Polyporus arcularius*, *dryadeus*, *oleæ* (?), *fulvus* Hartig.

Le bouturage du bois de l'Olivier apoplexié a donné, dans les cultures artificielles, un abondant mycélium analogue à celui de l'Esca. L'arbre (variété : Olivière ou Pointue) est mort, en août, en quelques heures ; son feuillage d'un beau vert glauque est devenu plus grisâtre et plus terne et s'est desséché, avec les feuilles cassantes, dès le deuxième jour. L'intérieur du bois, cœur et aubier, était altéré au-dessous des quatre branches principales ; l'altération avait circonscrit toute l'épaisseur du tronc, d'un diamètre de 37 centimètres, jusqu'à l'écorce ; elle descendait généralisée sur une profondeur de plus de 50 centimètres et gagnait, par le centre de la tige, en coin pénétrant, jusqu'au collet de l'arbre où elle n'intéressait qu'une épaisseur de 2 ou 3 centimètres.

Le bois altéré avait des caractères qui ne sont pas sans analogie avec ceux que nous venons de décrire

Feuilles.

L'effet de l'Esca sur le feuillage de la vigne est indirect ; le mycélium du parasite ne remonte pas dans les rameaux de l'année et ne pénètre pas dans les feuilles. Cet effet se traduit, dans les cas les plus nombreux, celui de l'apoplexie des ceps vigoureux et âgés, par la mort brusque de toutes les feuilles qui jusqu'alors ne présentaient rien d'anormal et étaient vertes et turgescentes. En quelques heures, en un ou deux jours au plus, le dernier anneau du bois du tronc ou des bras étant détruit par le dernier dégorgement de la diastase, toute circulation ou toute ascension par les vaisseaux de l'eau puisée dans le sol par les racines est interrompue ; les feuilles, à la période de leur plus forte transpiration, en août, et au moment encore, vers la véraison, où les raisins aspirent le maximum de liquide et de substances par elles élaborées, ne recevant plus de liquide du sol, sèchent rapidement. La teinte de leur parenchyme pâlit, devient d'un vert sale, puis vert grisâtre ; le limbe s'affaisse sur le pétiole et sur les bords. La partie du limbe entre les nervures est la première altérée. Toutes les feuilles pendent lamentablement sur les rameaux qui, à leur tour, se dessèchent progressivement du sommet à la base mieux aoûtée ; mais la dessiccation gagne cette base et même le bois de deux ans ou la partie des bras ou du tronc non encore pénétrée par le mycélium. Si cependant un seul bras d'une souche est détruit et est pénétré seul par le parasite, les autres restent verts et vigoureux ; l'ablation du bras malade peut arrêter la marche lentement envahissante de l'Esca.

Les fruits subiront le sort des feuilles ; s'ils sont verts, ils se flétrissent et se dessèchent plus lentement que celles-ci en passant du vert à la teinte rouge brique sale ; s'ils sont vérés ou presque mûrs, cas plus fréquent, leur dessiccation est encore moins rapide. Ils peuvent rester sur la souche pendant deux ou trois jours, être cueillis et vinifiés, quoique la matière colorante soit, pour les cépages rouges, altérée (cassée) et, pour les cépages blancs, plus foncée en jaune ou en jaune brun ; le jus est moins sucré et à acidité très réduite.

Les feuilles des ceps apoplexiés, et bourrés d'amadou dans la tige, sont comme si elles avaient été plongées dans l'eau bouillante. Avec l'Esca moins brusque et plus progressive d'une année à l'autre par suite d'une pénétration diastasique partielle dans le bois, à la teinte vert terne succède, entre les ner-

pour les vignes eschées sans amadou central. Le mycélium fin, semblable à celui du *St. necator* était disséminé, en un ou plusieurs filaments réunis et enchevêtrés au sein des tissus et des cellules rongées de la tige de l'Olivier. La zone envahie restait dure et assez compacte, d'un blanc jaunâtre clair, mais zébrée de petits cordons noirs, irréguliers de direction et anastomosés (fig. 8). Le bois sain, dans les régions où l'altération n'avait pas gagné tout le diamètre, était plus coloré, d'un jaune brunâtre, avec plages plus foncées; le bois altéré avait une densité de 0,30, et le bois sain 0,80. Il y avait donc eu dissociation et combustion des tissus, les cellules rongées étaient mélangées au mycélium abondant, mais non aggloméré en amadou. Dans le cas, au contraire de l'Arbre de Judée, la condensation du mycélium en amadou surgissait en abondance sur les larges plaies de taille provoquées par l'élagage de très grosses branches desséchées.



Fig. 9. — Rameau d'une vigne inoculée par le mycélium de culture du *St. necator*, à courts mérithalles (court-noué) et à feuilles lasciniées (persillées). (Réduction des trois quarts.)

vures, la teinte feuille morte par grillage des tissus sur plages plus ou moins étendues et qui ne gagnent jamais tout le limbe.

L'apoplexie, avec les caractères de dessèchement des feuilles et des fruits sur les ceps les plus vigoureux, est la forme de l'Esca qui frappe surtout l'attention des viticulteurs. Il est d'autres manifestations de la maladie, que l'on n'attribue pas au *Stereum* d'autant que la mort brusque ou brutale ne survient pas. Et cependant, dans tous les cas qui nous restent à décrire (Pl. 3), l'amadou



Fig. 10. — Une feuille laciniée ou persillée sous l'effet de l'*Esca*, après inoculation. (Grandeur nature.)

est constant dans la tige ou les bras. Ces modalités d'action indirecte sur le feuillage ont été souvent observées à côté de ceps apoplexiés dans les mêmes parcelles, et dans les mêmes terrains, quoique moins souvent en sols riches profonds et frais. L'état ou l'individualité du cépage auraient-ils une action déterminante pour ces symptômes particuliers de l'Esca ? La pénétration plus lente du parasite par zones discontinues laissant assez de bois sain pour ne pas barrer la route à la circulation en pourrait être la cause (fig. 5). Il est possible aussi que la circulation dans ce cas, avec une lente progression du mycélium, entraîne partiellement la diastase diluée vers les feuilles dans les cellules desquelles elle agirait sur les composés tannoïdes. Ce sont là hypothèses, qui expliqueraient cependant les curieux cas de décoloration totale ou partielle des feuilles qui nous restent à décrire.

Dans les sols siliceux tertiaires de la Gironde (Médoc), dans les terres siliceuses et argilo-siliceuses de Maine-et-Loire, dans les terrains sableux de Squinzano (Lecce-Italie), dans les formations non calcaires du Péloponèse (Corinthe, Patras) ou de la Macédoine (Naoussa), l'Esca a une allure qu'on ne retrouve pas dans les mêmes régions en d'autres formations géologiques ou dans les terres profondes et riches.

Plus disséminés que ne le sont les ceps apoplexiés, à côté de souches

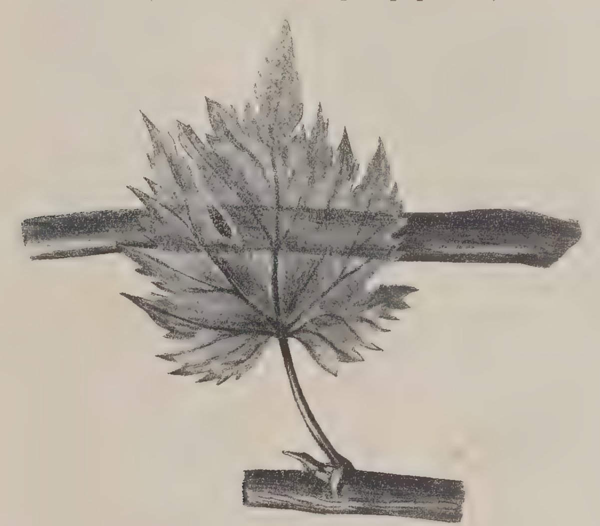


Fig. 11. — Cas de *Résorption* provoqué sur une feuille d'un cep inoculé par le mycélium du *St. necator*; le sarment sous cette feuille pour montrer la transparence des tissus. (Grandeur nature.)

vigoureuses et à feuillage d'un beau vert foncé, on trouve des individus isolés, très rarement groupés en petit nombre, que l'on prendrait pour des ceps chlorosés en ces terrains cependant non calcaires. La teinte jaune-citron intense et plutôt brillante est générale sur tout le limbe de la feuille et sur toutes les feuilles du cep ; très rarement cette même coloration se limite à de grandes plages entre les nervures du parenchyme. Les sarments ne sont pas rabougris au premier stade du symptôme, ni plus ramifiés comme pour la chlorose calcaire. La première année, la feuille, un peu plus lasciniée, ne se dessèche pas comme grillée entre les nervures. L'année suivante, les rameaux sont plus courts sans être plus ramifiés, la feuille jaune pâlit et se grille entre les nervures ; les fruits, millerandés et mal mûris à la précédente vendange, avortent à la floraison. La vigne ne meurt qu'à la troisième ou à la quatrième année qui suit la première manifestation de décoloration des feuilles. Si l'on sectionne la tige dans sa longueur, l'amadou en garnit le centre, la zone noire est plus diffuse autour et plus claire vers le bois encore sain. Ce symptôme de l'Esca sur les feuilles est marqué surtout dans le vignoble médocain, en Anjou et dans le Péloponèse (Grèce). Dans le Péloponèse, les vigne-

rons, lorsqu'ils aperçoivent, en sol non crayeux, les premières traces du jaunissement, appliquent un traitement chirurgical par fente de la souche ; nous y reviendrons dans le chapitre de la lutte contre l'Esca.

De cette jaunisse généralisée, l'on peut rapprocher des cas, sinon tous, de chlorose partielle avec taches d'un jaune foncé irrégulièrement intercalées sur le fond vert de la feuille, décrits et spécifiés par M. L. Ravaz sous le nom de « panachure » et qui sont partiellement dus à l'Esca, car la tige est parsemée dans le bois de tampons irréguliers d'amadou aboutissant aux plaies de taille; inutile d'ajouter que d'autres causes que l'Esca peuvent provoquer ces symptômes.

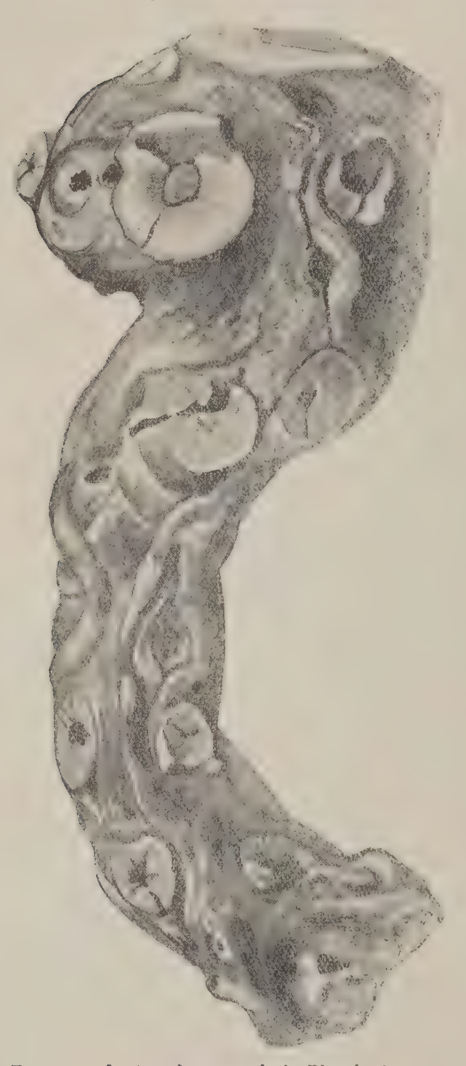


Fig. 12. — La tige de vigne de la Planche 2, vue par sa surface extérieure, avec ses nombreuses plaies de taille. (Réduction de moitié.)

Dans le vignoble méridional, en toutes situations et dans tous les sols, sans apoplexie en automne, l'on constate parfois à la taille que sarments et bras sont secs, sans qu'aucun indice extérieur pendant la végétation ait fourni le moindre indice de la maladie ; la tige est bourrée d'amadou et la vigne ne repousse pas au printemps. C'est surtout sur ces souches que personnellement j'ai trouvé, par exception d'ailleurs, les fruits basidiophores du *St. necator* comme sur celles qui présentent les symptômes suivants si particuliers.

Feuilles et rameaux ont une teinte un peu plus pâle, mais restent verts. En juillet, les bords du limbe se décolorent légèrement et cette décoloration gagne des nervures secondaires vers la nervure centrale ; de petites taches d'un jaune blanchâtre, vaguement circulaires, estompées sur leurs bords, sont parsemées sur le limbe et tournent définitivement à la teinte feuille morte avec divers stades

PL. 3



Esca.

dans les tissus de la feuille ; je reconnais que cette opinion peut être mise en doute. Le vignoble d'Anaheim, peuplé de Muscat d'Alexandrie pour raisins secs, a été ravagé en quelques années et remplacé par des oliveraies et des vergers.

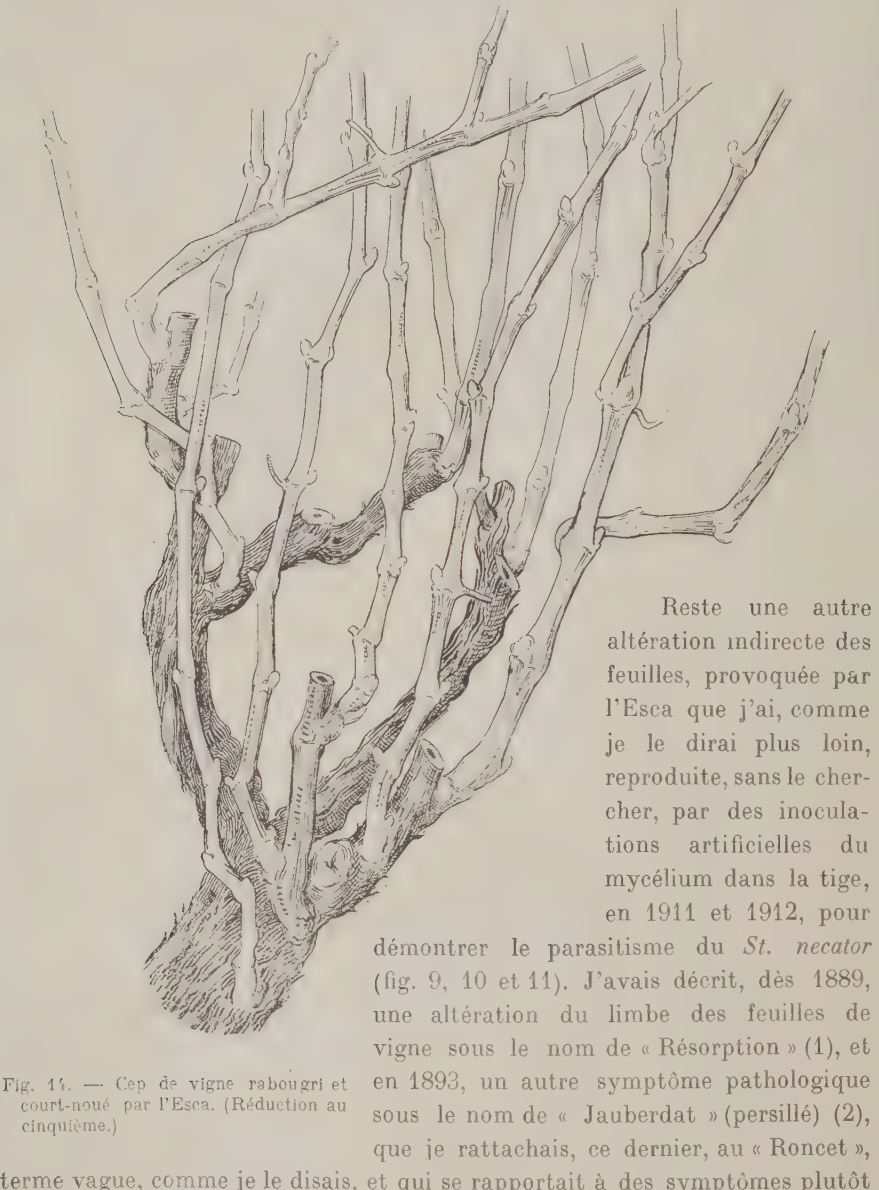


Fig. 14. — Cep de vigne rabougri et court-noué par l'Esca. (Réduction au cinquième.)

Reste une autre altération indirecte des feuilles, provoquée par l'Esca que j'ai, comme je le dirai plus loin, reproduite, sans le chercher, par des inoculations artificielles du mycélium dans la tige, en 1911 et 1912, pour démontrer le parasitisme du *St. necator* (fig. 9, 10 et 11). J'avais décrit, dès 1889, une altération du limbe des feuilles de vigne sous le nom de « Résorption » (1), et en 1893, un autre symptôme pathologique sous le nom de « Jauberdat » (persillé) (2), que je rattachais, ce dernier, au « Roncet », terme vague, comme je le disais, et qui se rapportait à des symptômes plutôt qu'à des maladies définies dans lesquelles rentraient le « Mal nero » italien,

(1) P. Viala, Maladies de la Vigne (3e édition, 1892, p. 457) et Mission viticole (1889, p. 295).
(2) *Id.*, (3e édition, 1893, p. 422).

la « Morromba » portugaise, le « Court-noué » du vignoble français. Il n'est pas dit d'ailleurs que les feuilles persillées ou que celles qui ont les caractères de la résorption ne puissent avoir d'autres causes que l'Esca ; ce sont de simples symptômes communs à diverses affections, telle la fièvre pour les maladies humaines.

M. L. Ravaz a, comme moi-même, constaté dans le vignoble des cas très nets de résorption dus à l'Esca ; j'ai trouvé, rarement, des ceps avec feuilles persillées (Jauberdat) et dont la tige était amadouvée. Dans les expériences d'inoculation que j'ai pratiquées sur des souches en pot de trois et quatre ans (avec témoins), j'ai provoqué (fig. 9, 10 et 11) la pousse de rameaux dont les feuilles étaient, à la fois, persillées, comme les souches du vignoble, et dont le limbe avait les caractères de la résorption. Les rameaux à feuilles persillées poussent grêles et sont peu ramifiés; les feuilles, plus petites, plus allongées suivant la nervure centrale, ont des sinus profondément creusés et des sinus supplémentaires aux sinus latéraux (fig. 10) ; les dents s'allongent démesurément et irrégulièrement.

Les altérations caractéristiques de la résorption se produisent entre les nervures et souvent sur tout le limbe sous forme de plages ou de taches d'un vert plus clair, puis d'un vert citron, transparent à travers la lumière (fig. 11). Le parenchyme est aminci et comme étiré entre les nervures principales qui peuvent devenir tangentes par sa résorption ; les grains chlorophylliens sont réduits ou disparaissent. Les cellules du tissu lacuneux sont étirées et plus grandes qu'à l'état normal ; les cellules stomatiques sont plus proéminentes ; tout le tissu du parenchyme est gorgé de gros grains d'amidon qui persistent à la lumière comme à l'obscurité.

Feuilles persillées et résorption, sous l'action déterminante et authentiquée de l'Esca, sont des altérations, des symptômes très rares, exceptionnels même dans le vignoble. Ils sont bien loin d'avoir la généralité des autres altérations de même origine parasitaire.

Le Champignon de l'Esca en détruisant le bois de la tige n'a qu'une faible répercussion sur les racines, qu'il ne pénètre pas, la plante étant détruite avant qu'il n'ait pu les atteindre et son évolution mycélienne,— fait qu'il faut bien retenir au point de vue de son parasitisme, — s'arrêtant avec l'apoplexie de la plante. Nous avons dit que le recépage au-dessus du collet, sous le cylindre mycélien, provoquait l'émission de rejets et la survie de l'individu malade. Les racines reprennent alors leurs fonctions après un trouble passager qui a amoindri surtout leurs réserves nutritives, et a imprimé un aspect terne à leurs tissus. Dans le cas de vignes eschées et qui ne sont pas apoplexiées, le seul caractère pathologique que l'on puisse relever dans les tissus non encore parasités est cette moindre richesse en matériaux de réserve et surtout en amidon.

Influence du cépage.

Les caractères qu'ont les lésions de l'Esca ne sont pas exclusivement dépendants du cépage, mais plutôt du chimisme actuel de la plante. Mon impression est que la plus ou moins grande sensibilité d'une vigne à l'invasion de l'Esca dépend de sa teneur en matières tannoïdes de la tige, teneur qui s'accroît avec l'âge et ne constitue un milieu favorable qu'à partir de la quinzième ou vingtième année. Cette richesse en tannoïdes des tissus de la tige ne peut-elle varier aussi d'un cépage à l'autre aux mêmes périodes de son développement et rendre certaines variétés plus propices à l'invasion par suite d'un milieu naturel de culture plus favorable au *Stereum* ? Des analyses comparées permettraient seules de confirmer cette hypothèse que la culture du parasite en milieux artificiels paraît démontrer. Elle a été vérifiée par des analyses, trop peu nombreuses il est vrai, des richesses tanniques de la tige à divers âges; la teneur en tannoïdes augmente avec l'âge, elle atteindrait l'optima vers la trentième année de la vigne. Mais ces recherches demandent confirmation par de plus nombreuses analyses que celles qu'il nous a été possible de réaliser.

La diffusion, d'autre part, si irrégulière et comme sporadique de la maladie de l'Esca dans une même parcelle, les conditions si particulières et souvent accidentelles de l'invasion de ceps contigus rendent difficiles des comparaisons précises de résistance des cépages à l'Esca. Quelques observations ont été notées.

Ainsi, dans la parcelle de vigne que j'ai observée pendant une quinzaine d'années avec le plus d'attention (Clos des Pins, Cournonterral), pendant que l'Aramon, cépage à raisins rouges est surtout frappé de la forme d'Esca avec apoplexie, le Muscat d'Alexandrie et le Chasselas, cépages à raisins blancs, ont la forme d'Esca plus lente et à feuilles en mosaïque. M. Lemarchand nous écrivait en 1910 : « C'est vers 1892 que j'ai constaté la gravité de la maladie de l'Esca, dont je vous envoyais les premiers échantillons en 1904. Mon vignoble de Squinzano a été créé avec *Malvasia nera* (un dixième) et neuf dixièmes de *Negro amaro* ; mais en 1881 et 1882, j'avais introduit le *Primitivo* qui, pendant quinze ans, avec sa végétation magnifique et son vin rouge très foncé, me donna satisfaction. Les *Malvasia nera* avaient bien présenté quelques cas d'Esca, avec apoplexie, disséminés dans les parcelles ; mais maintenant que le *Primitivo* est arrivé aux environs de la vingt-cinquième année et surtout de la trentième, c'est un vrai désastre que je constate ; un tiers des ceps a péri et j'estime que dans cinq ou six ans, les deux autres tiers seront anéantis. Le fait n'a pas été spécial à mon vignoble de Squinzano; beaucoup de propriétaires voisins qui avaient multiplié ce cépage avec des boutures prises chez moi ont actuellement leurs ceps de *Primitivo*, de vingt à trente ans d'âge, ravagés par l'Esca. Les autres cépages du vignoble (*Malvasia nera*, *Negro amaro*, *Susamaniello*...) sont moins gravement attaqués ; l'Esca n'a pris un dévelop-

pement désastreux qu'après l'introduction du *Primitivo* (1) dans mon vignoble... »

H. Marès (2) signale la plus grande sensibilité de l'*Aramon* et du *Terret* à l'apoplexie. Ce sont les seuls exemples d'influence du cépage que je puisse citer.

Greffe. — Les écrits d'avant la crise phylloxérique ne signalent l'apoplexie que comme un accident rare et sans gravité, observé surtout dans les régions méridionales. La plupart des auteurs, H. Marès excepté, n'en parlent pas. Dans les Charentes, en Anjou, la maladie de l'Esca est répandue aujourd'hui et elle est parfois grave ; elle ne paraît cependant pas y avoir été jadis observée. La question se pose donc de savoir si le greffage sur vignes américaines n'a pas été une cause de l'aggravation et de l'extension du mal. Jules Guyot qui avait étudié avec soin le vignoble de la Champagne aurait certainement décrit les accidents du genre de l'apoplexie s'il les avait remarqués. L'Esca existe actuellement dans le vignoble champenois ; nous avons reçu, à plusieurs reprises, des souches amadouvées, provenant de vignes greffées soumises à la taille en cordons, et non assizelées; l'assizelage consiste à enfouir chaque année les bois de taille de l'année précédente et par suite à enterrer toutes les plaies de taille de ces bois. Nous verrons au chapitre du traitement de l'Esca que l'enfouissement, par provignage, des bois de taille ou des bras et des souches, qui mettent ainsi en terre les plaies de taille, constitue un obstacle à l'invasion de ces plaies par le parasite. Si l'Esca s'est implantée dans le vignoble champenois, c'est qu'avec les cordons actuels, le provignage annuel (assizelage) étant supprimé, les plaies sont à l'air et forment, comme partout ailleurs, réceptacle pour les semences du *Stereum*.

Si l'on admet, — car les comparaisons dans le temps nous manquent, à cause du petit nombre d'écrits sur la matière, — que la virulence de l'Esca s'est accentuée par suite du greffage, on ne s'explique pas la très ancienne gravité de la maladie, non à Samos où les vignes sont aujourd'hui greffées pour la plupart, mais en Asie Mineure, en Macédoine et même à Samos où la maladie est aussi grave sur les très vieilles vignes franches de pied.

Comment la greffe pourrait-elle être une cause de l'extension de l'Esca et de sa plus grande nocivité? L'on peut, certes, en donner des raisons que l'expérience n'a pas confirmées. Les zones de soudure de la greffe, non complètement cicatrisées et recouvertes partiellement par le callus, ont des parties de tissus nécrosées qui peuvent être une porte ouverte à la pénétration du Champignon, surtout si ces points nécrosés sont exposés, au bout de quelques années, à l'air extérieur dans le cas où les greffés-soudés ont été plantés avec la soudure placée à 1 ou 2 centimètres au-dessus du niveau du sol, car, en terre,

(1) Le *Primitivo* ou *Primativo nero* est un cépage de cuve, à raisins noirs, du vignoble italien du Centre et du Nord (G. Molon, *Ampelografia*, t. II, p. 1003).

(2) H. Marès. — Le livre de la ferme *loc. cit.*, p. 263.

comme pour les vignes assizelées de la Champagne, l'invasion par le parasite des tissus nécrosés n'aurait pas lieu.

D'autre part, si l'on admet que la greffe fait vieillir prématurément les vignes, on pourrait en déduire qu'elles ont, à un âge plus jeune, le bois de la tige plus riche en tannin. Enfin, la plus grande vigueur des porte-greffes américains, — admise quoique à tort pour certains du moins, — comme le *Rupestris du Lot*, concomitante avec une plus grande affluence de sève, prédisposerait les vieilles vignes à une action plus intense de l'Esca qui les attaquerait et plus tôt et plus gravement. Il semble bien, en effet, que les greffes sur Rupestris du Lot sont plus sensibles à l'Esca, mais l'on observe des cas d'Esca aussi fréquents pour les mêmes cépages greffés sur Riparia. Je rappelle que dans le vignoble de Cavalès (Gard) l'Esca était aussi fréquente sur les vieilles vignes submergées que sur les ceps contigus greffés sur divers porte-greffes.

M. L. Petri (1) a fait des analyses microchimiques comparatives des racines de diverses espèces de vignes américaines et de racines de vignes européennes (*V. vinifera*); il affirme que les premières, même au jeune âge, sont plus riches en tannin, les *V. Berlandieri* et *V. rotundifolia* étant les plus riches, puis le *V. rupestris*. En serait-il de même pour les tiges et trouverait-on dans ce fait une explication de la plus grande gravité actuelle, non prouvée, de l'Esca sur les vignes greffées ?

J'avoue que mon impression personnelle est que l'Esca a pris une extension et peut-être une gravité insoupçonnée jusqu'à ces dernières années. Mais j'estime aussi qu'aucune preuve vraiment positive et scientifique n'a été et ne peut être donnée.

Parasitisme.

Les espèces de Basidiomycètes-Hyménomycètes auxquelles appartient la famille des Théléphorées, sont surtout saprophytes et vivent sur les troncs des arbres morts. Dans cette famille, le genre *Stereum*, qui comprend l'espèce nouvelle le *Stereum necator* cause de l'Esca, ne renferme que des espèces qui sont généralement saprophytes ; le *St. frustulosum* (*Thelephora perdix*, Hartig) est seul un vrai parasite des Chênes. Quant au *St. hirsutum*, dont se rapproche le plus le *St. necator*, s'il n'en est une variété botanique (*St. hirsutum*, var. *necator* Viala), il n'est le plus souvent que saprophyte sur les branches mortes de Chêne, de Charme... ; on le trouve aussi sur les piquets, poteaux, barrières... Mais ses fruits, dans tous ces habitats normaux sont en lames plus étendues et souvent superposées, contrairement à ceux du *St. necator* qui n'a encore qu'une évolution passagère et qui se termine en une végétation. Tous caractères qui ajoutés à ceux des organes secondaires de reproduction, nous permettent de considérer le *St. necator* comme une espèce botanique, voisine du *St. hir-*

(1) L. Petri, Richerche sulle sostanze tanniche (*loc. cit.*, 1921).

sutum. Celui-ci, par HARTIG et par PRILLIEUX, est cependant considéré, par exception, comme parasite par pénétration des plaies de taille dont le bois mort est propice à sa première invasion dans les tiges des arbres sains. Nous n'avons jamais trouvé (Verrières, Armainvillers) le *St. hirsutum* que sur des branches mortes ou sur des troncs arrachés de Chêne. M. N. PATOUILLARD, le spécialiste si connu en Basidiomycètes et qui nous a donné son concours dévoué durant toute cette longue et difficile étude, n'a jamais observé le *St. hirsutum* que sur des bois morts.

Les Basidiomycètes vraiment parasites sont plutôt l'exception ; pour la vigne, l'*Armillaria mellea* (*Agaricinées*), vivant sur plusieurs plantes, est une des causes du pourridié (1); l'*Aureobasidium vitis* (2) Viala et Boyer (Exobasidiées) est un parasite peu grave des fruits et des feuilles. La famille des Exobasidiées, la plus inférieure des Hyménomycètes, est voisine de la famille des Théléphorées à laquelle appartient le *Stereum necator* P. Viala.

La gravité de la maladie de l'Esca, due au *St. necator*, ne permet aucun doute sur le parasitisme vrai et constant de cette espèce, que nous n'avons d'ailleurs jamais observée comme envahissant des vignes déjà mortes ; ses fruits n'apparaissent même pas sur les souches apoplexiées et arrachées. M. L. RIVES (3) a signalé sur des échalas, plantés contre des souches apoplexiées, des fruits du *St. hirsutum*, dans la Haute-Garonne ; c'est là une observation unique qui ne peut infirmer notre opinion sur la spécification du parasite de l'Esca ni sur son parasitisme.

L'observation seule suffit pour affirmer le parasitisme du *St. necator*. Nous avons pu en réaliser la démonstration scientifique par inoculation directe, sur vigne vivante, du mycélium obtenu en culture artificielle. Les inoculations ont été faites en 1911 et 1912 sur vignes en pots de trois et quatre ans, provenant des forceries d'E. Salomon, et qui, par suite du mode spécial de culture, étaient vieillies avant l'âge ; elles furent placées à l'air libre ou en serre (fig. 9, 10 et 11). Chaque expérience comprenait quatre ceps de *Frankenthal* dont le tronc court avait de 2 à 4 centimètres de diamètre. Les deux vignes les plus vigoureuses furent inoculées, les deux autres servaient de témoins et étaient vrillées comme elles. Sur les 4 ceps ainsi inoculés au cours des deux années, trois inoculations ont réussi, une la première année, deux en 1912. L'ensemencement était fait avec un tampon de mycélium blanc, cueilli dans nos vases de culture et avant toute apparence de teinte jaune. Le trou d'inoculation était creusé avec une vrille à la jonction du bois de l'année sur bois de deux ans, obliquement et sur une profondeur de 2 à 3 centimètres

(1) P. VIALA, Monographie du Pourridié de la vigne et des Arbres fruitiers (*Thèse de doctorat* Montpellier, Coulet, 1891).

(2) P. VIALA et G. BOYER, Une maladie des raisins produite par l'*Aureobasidium vitis* (Comptes rendus *Académie des Sciences*, 19 mai 1891, *Revue de Botanique* et *Annales de l'Ecole d'agriculture* de Montpellier).

(3) L. RIVES, Sur le parasitisme du *St. hirsutum* (*loc. cit.*, *Progrès agricole*, t. II, 1921).

jusqu'à la moelle. Le trou, ainsi pratiqué, était bourré de mycélium, un peu tassé et fortement humecté par du liquide nutritif (bouillon de Haricots mélangé avec un peu de décoction de ramilles de Châtaigner); l'ouverture était fermée avec du coton stérilisé brûlé à sa surface externe ; les trous des témoins étaient bouchés avec du coton stérilisé et paraffiné en surface.

Pendant toute la période végétative, le sol des pots était maintenu frais par des arrosages répétés. Les inoculations avaient été pratiquées au moment du gonflement des bourgeons (débourrement) ; le tampon de coton avait été maintenu humide, par de l'eau tiède et stérilisée, pendant quatre semaines et recouvert ensuite à sa surface par de la paraffine.

Jusqu'aux premiers jours de juin, dans ces conditions particulièrement favorables au *Stereum*, rien d'anormal ne s'était manifesté dans la végétation. Les ceps inoculés avaient seulement marqué un amincissement vers le sommet des rameaux et une tendance d'aplatissement vers leur base d'insertion. En juillet, la souche inoculée en 1911 présentait les caractères très nets des feuilles persillées et ceux de la Résorption sur le même rameau (fig. 9, 10 et 11). Sur les ceps inoculés en 1912, l'un d'eux avait, à la fin de l'année, les mêmes caractères, moins nettement accusés et des ramifications secondaires plus nombreuses. La troisième vigne inoculée en 1912 était, à la fin de cette année et en 1913, à végétation normale ; en juillet 1914, elle était rabougrie et avec quelques taches décolorées sur le limbe. Le cep de 1911, sacrifié en 1912 à la fin de la végétation, et l'un des ceps de 1912, fendus longitudinalement, avaient le centre de la tige envahi par le mycélium jusqu'à 5 centimètres en terre, sur une longueur totale, à partir de l'ouverture du trou de vrille, de 10 centimètres ; le mycélium avait pénétré les tissus autour de la moelle sur un faible rayon, et il formait un cylindre net d'amadou limité par une teinte plus noire du bois. Le mycélium zébrait la moelle du deuxième cep infesté en 1912, mais en moins grande abondance et ne formant pas amadou.

Une autre observation, — moins concluante tout au moins quant au parasitisme, sur laquelle je reviendrai en étudiant les procédés d'invasion de l'Esca, — est celle que j'ai faite en 1916 et renouvelée en 1917, dans la parcelle très attaquée par la maladie dans la vigne du Clos des Pins à Cournonterral. Des pleurs de vigne, recueillis sur les plaies de taille des bois de l'année ou plus rarement sur des plaies plus âgées (un an et deux ans), ont été ensemencés sur des tubes de culture à milieu très favorable au *Stereum* ; sur des centaines de tubes mis ainsi en expérience pendant ces deux années, quelques-uns ont donné le mycélium de l'Esca. J'ai pu en rapporter trois à des souches âgées sur lesquelles les pleurs avaient été prélevés et qui avaient pu être repérées par des numéros en 1917. L'une d'elles, arrachée en 1923, avait l'amadou de l'Esca dans la tige, sans aucune modification des feuilles ; une deuxième arrachée, et aussi vigoureuse que la première n'a montré, en coupe longitudinale à la hache, rien de spécial, le bois était sain ; quant à la troisième, ses feuilles étaient

un peu grillées entre les nervures, les rameaux peu vigoureux, et le centre de la tige avait des traînées d'amadou. Je reconnais que cette observation n'est pas concluante pour préciser le parasitisme et l'ensemencement du *Stereum*, car celui-ci pouvait fort bien avoir envahi la tige avant le prélèvement des pleurs infestés par les semences du Champignon.

M. L. Ravaz a pu faire passer la maladie d'une souche amadouvée à un cep indemne en les accolant fortement l'une à l'autre par leurs tiges ; il a noté aussi que des vignes plantées dans le trou d'où avaient été arrachées des plants eschés étaient bientôt envahies par le *Stereum*.

M. Gard (1) dit avoir observé le mycélium de l'Esca dans les astes (longs bois) de deux ans et dans les rameaux d'un an, ce que M. L. Ravaz et moi n'avons jamais constaté. M. M. Gard ajoute encore : « Il y a lieu de penser que certaines greffes obtenues avec des bois envahis porteront en elles le germe de l'affection dès l'origine. De là un des modes de propagation de l'épiphytie... » Cette opinion demanderait confirmation, quoique les faits que nous avons signalés pour les pleurs infestés par le parasite puissent donner un certain crédit à cette hypothèse.

(1) M. Gard. *Loc. cit.* (*Revue de viticulture*, mars 1922, p. 263).

IV. — CULTURES DU STEREUM NECATOR

Méthode de culture. — Le mycélium normal des tissus de la tige envahie par l'Esca, dont nous avons donné les caractères d'agglomération en amadou, sera décrit dans sa structure anatomique au chapitre de l'étude botanique des divers organes végétatifs et reproducteurs du Champignon ; cette étude sera grandement facilitée par les données que fournit la culture du parasite en milieux artificiels.

Les premiers ensemencements ont été obtenus par la méthode du bouturage que nous avions inaugurée pour nombre d'autres parasites de la vigne (Black Rot, Rot blanc, Anthracnose, Pourridié, Phthiriose, Stearophora...). Au lieu de prendre les spores d'un Champignon, produites par des organes extérieurs et à l'air libre, où elles sont toujours mélangées à des spores de moisissures qui prennent le dessus dans les milieux aseptiquement préparés, l'on détache, à une certaine profondeur, un fragment de tissu envahi par le mycélium du parasite à étudier ; il est facile de le prélever aseptiquement et de le transporter pur dans les tubes ou récipients de culture. L'on obtient ainsi, souvent du premier coup dans un milieu favorable, des cultures pures.

Ce milieu favorable est à déterminer tout d'abord. Les premiers semis doivent être pratiqués sur des milieux très variés ; l'on sépare ainsi celui qui convient le mieux à l'espèce mise en expérimentation. En variant, à plusieurs reprises, les essais, l'on parvient, avec de la patience et de la persistance, au résultat sinon définitif du moins indicatif qui sert ensuite de base pour les mises en culture en plus ou moins grandes masses.

Parasitisme et saprophytisme. — L'on a d'autant plus de difficulté à réussir les ensemencements sur milieux artificiels, stérilisés le plus souvent à haute température, que le Champignon à étudier est, à l'état naturel, plus ou moins parasite.

Le parasitisme des Champignons, à quelque groupe ou famille qu'ils appartiennent, présente des stades très variés, depuis le parasitisme intégral jusqu'au saprophytisme exclusif. Dans le premier cas, le Champignon ne peut se développer que sur des tissus vivants (Mildiou, Oïdium, Urédinées, Cloque du Pêcher...); le contraire a le plus souvent lieu pour le saprophytisme exclusif, ce sont les seules matières non vivantes qui conviennent à leur développement naturel ou à leur culture artificielle.

Entre ces deux extrêmes, s'étagent tous les passages du parasitisme au saprophytisme ; des Champignons parasites dangereux peuvent être plus ou

moins saprophytes suivant les milieux physiques ou chimiques ; le retour inverse du saprophytisme au parasitisme peut être ou normal ou provoqué expérimentalement.

L'un des cas les plus confirmatifs de ces données est celui du Mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) et celui de la Pomme de terre (*Phytophtora infestans*). Jusqu'à ce jour, le Mildiou de la vigne n'a pu être cultivé sur milieux artificiels ; j'ai fait, pour ma part, pendant trente-cinq ans, des milliers de culture, très variées, sans succès. Le Mildiou de la Pomme de terre se cultive assez facilement sur tubercules, et puis sur milieu gélosé ; son allure dans les tubercules par lui avariés est plutôt saprophytaire.

Le *Botrytis cinerea* est normalement saprophyte ; sa culture en milieux sucrés est une des plus faciles à réaliser. Sur les fruits de la vigne, à l'état de Pourriture noble, il agit en saprophyte. Et cependant, ce Champignon est quelquefois un parasite très grave (Pourriture grise) sur les feuilles et les rameaux de la vigne, cela dans des conditions biologiques encore mal définies ; les dégâts qu'il a causés, certaines années, sur les rameaux herbacés, les feuilles et les fruits encore verts ont été désastreux. Sur les fruits à maturité et sur les grappes à grains serrés (Folle Blanche) qui se détachent partiellement du pédicelle par compression après la véraison, la pourriture grise fait de gros dégâts ; c'est en saprophyte qu'agit dans ce cas le *Botrytis cinerea* ; il est donc parasite ou saprophyte facultatif à l'état naturel. Nous pourrions citer encore, parmi les maladies de la vigne, l'Anthracnose (*Manginia ampelina*) qui, parasite grave, est facilement entraîné dans les cultures vers l'état saprophytaire et se cultive alors sur les milieux les plus variés.

La descente du parasitisme vers le saprophytisme est plus fréquente, nous paraît-il, que le retour inverse sapro vers para. Elle est cependant possible, et il n'est pas dit que certains saprophytes actuellement non nuisibles ne deviennent parasites facultatifs dangereux, dans des conditions spéciales. Il en est ainsi pour des bactéries vulgaires devenues pathogènes sur l'homme ou les animaux ; la même possibilité existe pour les Champignons.

N'en serait-il pas de même pour le *Stereum* de l'Esca. La forme primitive, le *Stereum hirsutum*, — dont serait dérivée l'espèce ou la sous-espèce *St. necator*, — saprophyte sur les arbres, s'étant, par entraînement naturel sur la vigne, adaptée à la forme parasitaire et ayant aussi, comme cela se produit dans les cultures *in vitro* pour bien des Champignons, modifié les détails de son organisation biologique et anatomique. Les fonctions physiologiques du *St. necator* sont bien particulières ; il ne vit pas dans les tissus sains ; son mycélium, avant de les pénétrer et de les digérer, émet une diastase qui les tue et oxyde le tannin, élément essentiel ou en tous cas dominant pour son évolution ultérieure. C'est un parasite physiologique et, comme la forme dont il serait issu, un saprophyte spécifique.

Virulence. — Si les cultures provoquent la forme saprophytaire d'un Champignon parasite, elles peuvent accentuer aussi son degré de virulence première. Nous n'avons pu le vérifier pour l'Esca et cela se comprend à cause de son habitat dans les tissus du tronc de la Vigne et de son lent développement, mais l'impression que nous donnions de sa gravité plus accentuée actuellement, si l'on se reporte aux anciens écrits des viticulteurs, pourrait le faire supposer; virulence plus grande à cause des conditions nouvelles de milieu (greffe), ou de son adaptation progressive par passages successifs, au cours des années, à une vie de plus en plus physiologiquement parasitaire. C'est là une simple hypothèse que je ne veux que poser.

L'accentuation de la virulence a été cependant par nous réalisée pour un autre parasite grave de la vigne, pour le Black Rot (*Guignardia Bidwellii* Viala et Ravaz). Par des cultures successives, nous avons entraîné ce parasite à l'accoutumance à des doses progressives d'une part de sulfate de cuivre, d'autre part d'arsenic (acide arsénieux). Nous ne retiendrons, pour l'instant, que la première série d'expériences (sulfate de cuivre) et nous reviendrons sur celles à l'acide arsenieux quand nous parlerons des traitements de l'Esca.

Les premières doses très minimes, des traces, de sulfate de cuivre, ajoutées au milieu le plus favorable (sucre et acide tartrique) à la culture du Black Rot, ont ralenti le développement. Par des passages successifs dans le même milieu, après une cinquantaine de cultures échelonnées (six mois), et aux températures les plus favorables (28°), la végétation cryptogamique reprenait de la vigueur ; les cultures étaient continuées dans les mêmes conditions et renouvelées pendant un mois. Puis, la dose de sulfate de cuivre était légèrement augmentée et la même série de cultures successives reprenait. Nous sommes parvenu ainsi à accentuer l'accoutumance au sulfate de cuivre qui est cependant (bouillies cupriques) l'un des toxiques les plus efficaces contre ce parasite. Les dernières cultures poursuivies pendant un certain temps et renouvelées dans le même milieu (trois mois, à la dose de 1/1000 de sulfate de cuivre), et en belles fructifications pycnidiennes ont été multipliées pour réaliser une expérience de contrôle dans le vignoble. Les pycnides ont été broyées et leurs débris avec les stylospores dilués dans l'eau ont été pulvérisés, dans une vigne, sur quelques souches protégées des invasions par des châssis. Ces expériences conduites en 1905, par Cazeaux-Cazalet et M. J. Capus dans un vignoble fortement envahi par le Black Rot, à Cadillac (Gironde), ont démontré nettement que la virulence des spores résultant de cultures entraînées à des doses progressives de sulfate de cuivre, était de beaucoup supérieure à celle du Black Rot normal du vignoble. La récolte fut entièrement anéantie en quelques jours pendant que les souches voisines, à l'air libre ou sous châssis témoins, envahies normalement par le Black Rot, n'avaient perdu que le tiers ou le quart de la récolte. Les châssis avaient été supprimés deux jours après la pulvérisation des germes de nos cultures. L'expérience, consciencieusement suivie et contrôlée

par Cazeaux-Cazalet et J. Capus, était concluante quant à l'accentuation de la virulence du parasite (1).

Une autre déduction, un peu hypothétique s'impose aussi, quoiqu'elle ne soit pas sanctionnée par l'expérimentation scientifique. Un parasite, et tel est le cas surtout du Mildiou et peut-être de l'Oïdium, traité depuis de longues années par des procédés réellement efficaces mais non absolus dans leur action toxique (composés cupriques pour le Mildiou, soufre pour l'Oïdium), peut subir l'influence de l'accoutumance aux corps toxiques et devenir, au bout d'un grand nombre d'années, moins sensible à ces mêmes corps. D'où difficulté plus grande, quand les conditions extérieures sont les plus favorables à son développement, de le combattre par les mêmes procédés, à moins que ceux-ci n'aient fortement réduit peu à peu le nombre de ses germes. Peut-on, peut-être, s'expliquer ainsi le moindre succès dans la lutte contre le Mildiou qu'aux premières années de son invasion. Ces vues, fort théoriques je le reconnais, répondraient à certaines affirmations, non prouvées d'ailleurs, de viticulteurs qui estiment que les doses habituelles de sulfate de cuivre dans les bouillies doivent être augmentées pour un succès plus certain des traitements. En serait-il de même, dans l'avenir, pour l'Esca et les arsénites alcalins, bases du traitement efficace contre le *St. necator* ?

Isolement du St. necator. — Les cultures en milieux artificiels permettent de préciser certains faits biologiques que l'observation seule dans le vignoble ne pourrait résoudre, et ces cultures, pour les parasites facultatifs comme celui de l'Esca, sont faciles à réaliser par la méthode du bouturage qui nous a permis de l'isoler.

La souche récemment apoplexiée, ou ayant les divers symptômes de l'Esca, était arrachée et la tige était fendue longitudinalement ; l'amadou était ainsi mis à nu. Vers le bord extérieur de l'amadou ou en son centre (région des sclérotes), on détachait avec un scalpel, stérilisé chaque fois, plusieurs tranches successives en profondeur. La dernière tranche, la plus profonde, de petite dimension, était posée aseptiquement dans le tube de culture. Chacun des nombreux tubes, à milieu nutritif identique ou à milieux variés, était ainsi soumis à un ensemencement d'origine. Chaque mise en cours d'une nouvelle série primitive était faite sur une cinquantaine de tubes, mais en partant non d'une souche eschée, mais de plusieurs ceps envahis. Le bouturage réussissait surtout en prenant les semences sur des vignes aussitôt après leur apoplexie, mais aussi sur des ceps morts depuis plusieurs jours et plusieurs semaines, ce qui est une preuve de la perennité vitale du mycélium. Les zones noires, cordons et sclérotes en lames, prélevés dans le centre de l'amadou, peuvent servir aux ensemencements plusieurs mois après la mort de la vigne ; dans un essai de culture fait par des

(1) Les résultats de ces expériences ont été communiqués, pour la première fois, mais non publiés encore, au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, à Liége, en 1924.

sclérotes de l'amadou d'une vigne apoplexiée depuis neuf mois, l'ensemencement a réussi. Mieux vaut pratiquer les bouturages mycéliens de souches encore vivantes (feuilles mosaïquées) ou de celles qui viennent d'être apoplexiées la veille. Sur des ceps morts depuis un an ou plus, le bois peut se fendre (mal dello spacco) et les moisissures s'introduire dans l'amadou.

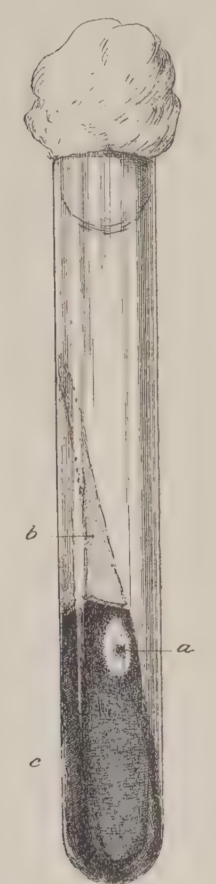


Fig. 15. — Premier tube de culture sur gélose avec acide pyrogallique : *a*, premier début du champignon de l'Esca oxydant et noircissant (*c*), par sa diastase, toute la région inférieure ; la partie *b*, séparée, accidentellement par rupture, de la région oxydée, est restée incolore. (Réduction du tiers.)

Presque tous les bouturages ainsi pratiqués donnent des cultures pures dès le premier semis ; il est d'ailleurs possible, en cas d'infection accidentelle, de les purifier par passages successifs, mais le mieux est de ne prendre, comme base de semis ultérieurs, que des cultures obtenues pures du premier coup. Et pour cela, il faut prélever les boutures de premier semis dans la zone noire qui encercle l'amadou, car, là, les filaments mycéliens sont en vie plus active ; au centre de l'amadou, sclérotes exceptés, les tubes mycéliens, plus foncés et à parois épaisses sont souvent vidés de leur protoplasme et inertes, non susceptibles de bouturer le parasite. L'ensemencement peut être obtenu en bouturant les tissus du jeune chapeau, sous la couche hyméniale non encore fructifiée.

La technique étant ainsi fixée, reste à déterminer le milieu ou les milieux les plus favorables à la végétation du parasite. De nombreuses cultures, variées comme composition des milieux nutritifs, donnent les directives recherchées. C'est parfois très long, mais en variant avec les milieux nutritifs les conditions physiques extérieures, l'on finit, avec de la patience, par aboutir.

La plupart des milieux de base de culture ont été, pour l'Esca, comme toutes nos mises en marche, préparés avec du bouillon de Haricots (six heures d'ébullition) auquel étaient incorporés ensuite, en milieux solides (gelosés, gélatinés, bois...) ou liquides, des éléments organiques et minéraux simples ou complexes, orientés dans divers sens.

Les cultures du *St. necator*, faites pendant une longue période de plus de quinze ans, et en très grand nombre, l'ont été d'abord sur tubes gélosés ou gélatinés pour déceler le milieu le plus favorable et l'élément nutritif dominant ; elles ont été ensuite reportées sur boîtes de Roux et dans de grands ballons de 1 à 5 litres.

Un accident de laboratoire nous a, dès les premiers essais, fort heureusement mis sur la voie non seulement de cet élément nutritif de prédilection pour le Champignon, mais aussi fixé aussitôt sur le mécanisme de la fonction physio-

logique si particulière du parasite, fonction qui nous a déjà permis d'interpréter les phénomènes divers, apoplexie et autres, qui caractérisent la maladie et que nous avons décrits.

De gros tubes de culture gélosés (fig. 15) avaient été stérilisés à l'autoclave dont le couvercle avait été trop hâtivement dévissé ; le refroidissement trop brusque avait provoqué la rupture de la gélose de sorte que le contenu du tube était rompu en deux parties, nettement séparées par un vide et sans continuité. L'ensemencement fut fait sur la région inférieure. Or, dans les tubes (fig. 15) qui renfermaient de l'acide pyrogallique complémentaire au milieu nutritif, restés blancs dans les deux régions avant le semis, la partie inférieure ensemencée avait rapidement et fortement noirci lorsque le mycélium ne formait encore qu'un léger lacis peu étendu. La déduction qu'un ferment soluble avait oxydé l'acide pyrogallique s'imposait, et l'induction, en même temps, que les composés tanniques étaient favorables à la nutrition du parasite (1). Le même phénomène de noircissement a été noté ultérieurement dans toutes les cultures à base de tannin ou de tannoïdes. Ce rôle des tannoïdes dans l'action pathologique du *St. necator*, et l'interprétation de son rôle physiologique dans le mécanisme de son action dans les tiges, trouvaient, dans ce premier accident de laboratoire, l'origine de toute preuve ultérieure.

Cultures.

Nous ne retiendrons des nombreuses cultures effectuées avec suite pendant plus de quinze années que les faits essentiels à l'étude du parasite. Nous noterons tout d'abord que les cultures en gros récipients (boîtes de Roux et surtout ballons de 1 à 5 litres) permettent seules de suivre l'évolution biologique complète du Champignon. Il est important aussi de rappeler l'évolution très lente et progressive de la masse mycélienne dans les cultures artificielles comme dans le bois des vignes attaquées. Même dans les milieux nutritifs et les conditions physiques les plus favorables, il faut de deux à cinq ans pour obtenir une belle végétation du mycélium. Les organes spéciaux de reproduction peuvent évoluer dès la deuxième, troisième ou quatrième années, mais ils ne sont constants, nombreux et bien formés qu'après quatre ou cinq ans, et parfois seulement sept ou huit ans après. Cette observation générale confirme la lente évolution naturelle de l'Esca dans le bois des tiges et précise la cause pour laquelle les vignes attaquées ne dépérissent brusquement (apoplexie) ou progressivement qu'après un assez grand nombre d'années suivant l'envahissement primitif par les plaies de taille.

Conditions physiques. — Voici, choisis parmi des centaines de cultures

(1) M. Lutz a observé le même phénomène diastasique pour plusieurs Polypores et confirmé me observations antérieures (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 1924 et 1925).

des exemples ou des observations qui fixent les données comparatives et assoient les déductions essentielles pour la biologie de l'Esca.

Température. — Et d'abord quelles sont les conditions les plus favorables d'état thermométrique ou hygrométrique et, en général, des conditions physiques ? Dans le vignoble, l'existence de l'Esca dans les pays chauds, comme la Grèce et l'Asie Mineure et le Languedoc, jusqu'aux régions situées à la limite culturale de la vigne (Anjou, Champagne), est une preuve que, sous tous les climats viticoles, la maladie peut se propager. Il est certain cependant que le mal paraît moins grave, en tous cas moins étendu et moins fréquent, dans les pays froids que dans les régions méridionales. L'Esca est d'une plus grande virulence dans le Sud de l'Italie et en Grèce, qu'en France, même dans le Languedoc. L'accentuation visible de la maladie est surtout intense en fin juillet et août lorsque la température dépasse 20° à 25° C., à l'air extérieur, ou 30° C. (Asie).

Dans nos cultures, la belle végétation du mycélium sur milieu favorable se produit entre 16° et 30°, surtout de 20° à 25° ; au delà de 30°, elle est moins active jusqu'à 36°, température au delà de laquelle le mycélium ne pousse plus, mais n'est pas détruit si le récipient de culture contient encore du liquide.

La résistance aux basses températures n'a pu être précisée comme pour les optima et les maxima thermométriques. Des cultures mises pendant l'hiver à l'air extérieur ont supporté des minima de — 5° C. et — 8° pendant plusieurs jours ; certaines sont même restées pendant trois mois d'hiver à Paris (1915, 1921, 1924), soumises, par suite, à toutes les variations de température et ont été remises ensuite dans la salle de culture à 18° et 20° C. Le feutrage mycélien, arrêté, a repris lentement la belle végétation primitive. Le bouturage du mycélium a pu être réalisé à partir de 12° et 14°, de même la germination des conidies et des sclérotes.

Lumière. — L'action de la lumière du soleil, dans les quelques essais poursuivis, a été nettement retardatrice de la végétation mycélienne des cultures. Celles-ci (ballons de 3 litres) furent mises en serre lorsqu'elles avaient acquis un beau développement, à une température de 18° à 25° C., pendant plusieurs mois (trois à six mois) comparativement avec les mêmes cultures maintenues à l'obscurité dans la salle de culture avec cependant de moindres variations thermométriques (20° à 22° C.). Le mycélium des ballons mis à la lumière parut s'arrêter dans sa végétation, la teinte jaune-roussâtre tourna au gris sale, pendant que celui des cultures à l'obscurité continua à progresser et à maintenir sa coloration. La lumière n'a donc qu'une action retardatrice sur la végétation mycélienne, mais les tubes conidifères apparaissent plutôt à la lumière. A l'état naturel, d'ailleurs, le mycélium du *Stereum* ne surgit jamais à la lumière, excepté sur les grosses plaies de taille où il prend, comme ci-dessus, une teinte gris sale.

Des cultures variées dans des boîtes de Roux à verres colorés et monochromes ne nous ont rien décelé de bien particulier sur l'influence des couleurs. Les boîtes à verre bleu ont un peu mieux activé la végétation mycélienne dans les mêmes milieux favorables, les boîtes jaunes l'ont atténuée ; les rouge, orangé et violet n'ont pas exercé d'action. L'expérience, plusieurs fois répétée en salle de culture ou à la lumière extérieure, s'est traduite toujours par les mêmes résultats. Et les variations de milieu nutritif, si dominantes comme nous le verrons, n'ont aucunement modifié ces actions fort secondaires de la lumière.

Humidité. — Dans le vignoble, comme pour les cultures en milieux artificiels, le rôle de l'humidité, ou mieux de l'eau, est très important. Nous rappellerons que la mort brusque des ceps a lieu surtout à la période de la véraison ou peu après, et avant la complète maturité des raisins. C'est pendant cette



Fig. 16. — Fragment d'amadou, à mycélium pur et jaune, coupé dans une plaque de 20 centimètres de diamètre et 2 centimètres d'épaisseur ; en A, tranche de la plaque dans son épaisseur. (Grandeur nature.)

période que le courant circulatoire, vers les fruits, des substances élaborées par les feuilles atteint sa plus grande activité et que la baie s'enrichit le plus en eau, en matières ternaires et minérales. Cet enrichissement est facilité par un courant aqueux au maximum. On sait combien à cette époque est favorable à une bonne maturation, au grossissement des baies, une pluie ou un arrosage qui succèdent à une sécheresse prolongée.

Les années 1924 et 1925 ont été très documentaires à ce point de vue et très démonstratives, dans le vignoble méridional, quant au rôle de l'humidité sur la nocivité de l'Esca. L'année 1924, dont la récolte fut fortement augmentée par les pluies, survenues après ou peu avant la véraison, fut aussi une année où l'apoplexie acquit une grande gravité. Par contre, l'année 1925, dans les coteaux ou soubergues, où persista une intense sécheresse, a été une de celles où la mortalité des souches a été réduite au minimum ; l'Esca n'a été plus fréquente que dans les basses plaines, sur les bords alluviaux des fleuves ou des rivières, qui n'ont pas souffert de la sécheresse et dans lesquelles la production fût particulièrement abondante, contrairement à celle des coteaux secs.

Ce rôle de l'eau, au moment de l'afflux des matériaux qu'elle entraîne vers le raisin, permet, nous semble-t-il, une diffusion plus facile et plus intense de la diastase émise par les poussées mycéliennes et une destruction plus rapide et plus brusque des cellules encore vivantes qui bordent le cylindre d'amadou. Dans nos cultures en milieux artificiels, la vérification expérimentale de cette interprétation nous paraît positive. Avec les milieux à base tannique, des plus



Fig. 17. — Belle végétation mycélienne de l'Esca, obtenue sur milieu liquide tannique, en vase de 5 litres (diamètre du vase, 30 centimètres, hauteur du fond au col, 27 centimètres) ; *a*, mycélium condensé en faux tissu ; *b*, lames sclérotiques ; *c*, mycélium floconneux plongeant dans le liquide nutritif. (Réduction des deux tiers.)

favorables aux lentes évolutions mycéliennes de l'Esca, la poussée progressive ne continue qu'autant que le support nutritif baigne dans le liquide. Si sarments de vigne, rameaux de Châtaignier ou de Noyer sont simplement humectés, le mycélium commence à pousser en masse condensée, se fonce rapidement et s'arrête dans son évolution. Par contre, si les bois plongent dans l'eau nutritive et que le semis ait lieu au contact des rameaux sur le liquide, la végétation mycélienne continue et l'on obtient, en une ou plusieurs années, ces belles végétations qui remplissent les plus gros récipients de 3 à 5 litres (fig. 17, 18 et 23). Dans les cultures de plusieurs années, jusqu'à onze et douze ans, arrêtées dans leurs poussées végétatives par évaporation ou absorption du liquide nutritif, l'addition nouvelle de liquide détermine une reprise active de la végétation mycélienne, et cela après un arrêt végétatif qui, dans certaines

expériences, a duré un, deux et trois ans. La persistance de la vitalité de l'amadou de l'Esca, pendant plusieurs années, est démontrée ainsi expérimentalement. De ces expériences, il est à retenir la lenteur de l'évolution de la maladie et de ses variations de gravité ou d'intensité annuelles suivant les conditions hygrométriques.

Air. — Nous avons rapporté, en 1916 (1), une ancienne pratique usitée dans les vignobles du Péloponèse (Grèce) et que nous avions constatée sur place en 1914. Dans les sols siliceux, non calcaires de cette région, les cas d'Esca à feuilles jaune citron, que nous avons décrits, sont connus depuis un temps immémorial des vignerons grecs. Or, il est, parmi eux, de tradition que le meilleur procédé pour arrêter le dépérissement du cep malade consiste à fendre la souche en son centre, depuis l'origine des bras jusqu'au niveau du sol, et de maintenir ouverte par une pierre la large plaie ainsi pratiquée. Le Champignon exposé à l'air, — et aussi aux intempéries, — est arrêté dans son développement et l'amadou se réduit en poussière. Cette pratique est générale et constante dans toute cette partie du vignoble grec ; je ne l'ai pas retrouvée en Macédoine, à Samos ni en Crète.



Fig. 18. — Vase de 3 litres avec belle végétation mycélienne de l'Esca. (Réduction de moitié.)

Cette tradition des vignerons grecs du Péloponèse nous avait frappé; nous n'avions pu en vérifier sur place l'efficacité et nous avions simplement enregistré le fait. Diverses expériences sur nos cultures de laboratoire confirment l'efficacité de cette vieille pratique et démontrent aussi la nature partiellement anaérobie du parasite de l'Esca.

La première poussée mycélienne est toujours lente dans les cultures, et ce n'est qu'au bout d'un temps plus ou moins long que l'amadou prend une

(1) P. Viala, Les maladies de la vigne sur les bords du Vardar (*loc. cit.*, *Académie d'agriculture*).

végétation luxuriante, lorsque, semble-t-il, l'oxygène a été réduit dans l'air confiné des récipients. Si l'on pose les boîtes de culture inclinées vers le goulot, pour faciliter l'entrée de l'air, la végétation est plus lente ; de même si dans les

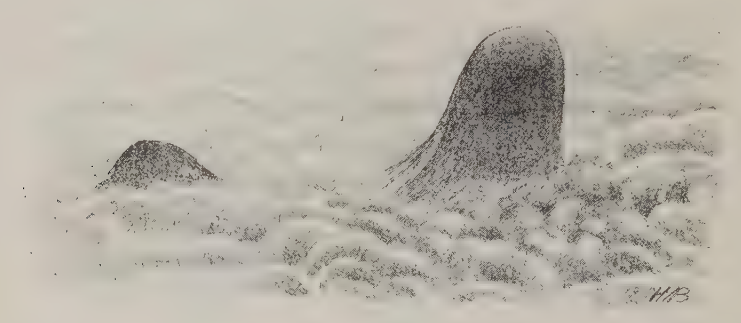


Fig. 19. — Surface mamelonnée d'une culture en milieu liquide du *St. necator*, avant la formation des tubes conidigènes ; deux mamelons proéminent sur cette surface. (Grandeur nature.)

grands vases de 3 à 5 litres, avec des cultures en milieu solide gélosé, on incline ces vases vers leur ouverture. Enfin, si par un dispositif spécial (aération continue par la trompe (1), on établit un courant d'air, ou d'oxygène, la végéta-



Fig. 20. — Mamelons mycéliens condensés du *St. necator* à la surface d'une culture en milieu liquide. (Grandeur nature.)

tion mycélienne se ralentit et finit par s'arrêter ; l'inverse a lieu si l'on fait circuler très lentement et par intermittences de l'acide carbonique ; le mycélium, dans cette dernière expérience, est même plus activé que dans les cultures normales non aérées. Ces expériences sont confirmatives de la pratique des vignerons grecs et démontrent le caractère partiellement anaérobie du *Stereum*.

Milieux nutritifs. — Les milieux tanniques et glucosés sont les plus

(1) Voir : P. Viala et P. Pacottet, Levures et kystes des *Glœosporium* (*Revue de viticulture, Mémoire*, 1906, p. 46 à 55, fig. 33 à 42).

favorables à la culture *in vitro* de l'Esca ; les milieux minéraux (type liquide Raulin) et non organiques ne donnent aucun résultat, la première trame mycélienne, légère et floconneuse, s'arrête de bonne heure. Les milieux à acides

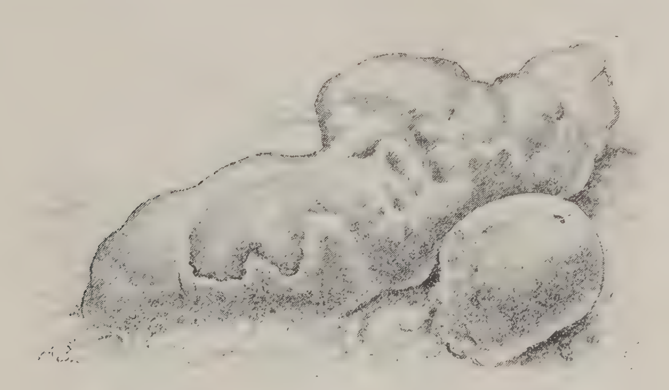


Fig. 21. — Gros mamelon mycélien du *St. necator*, origine des tubes conidigènes. (Grandeur nature.)

organiques (tartrique, citrique...), si utiles pour la culture d'autres parasites de la vigne (Black Rot), influencent plutôt en mal la végétation mycélienne dès que l'on dépasse les doses de 1 à 2 p. 1000; c'est à cause de cette acidité que le moût de raisin ne constitue pas un bon milieu pour le *Stereum*. Sur les substances cellulosiques et amylacées, l'addition de tannin favorise grandement la végétation mycélienne.



Fig. 22. — Mamelons mycéliens obtenus en surface dans un tube (*b*) de culture bourré de mycélium jaune, l'un des deux à ostioles ouvertes; en *a*, coupe d'un mamelon montrant les tubes conidigènes non encore ouverts. (Grandeur nature.)

Avant de rapporter quelques exemples typiques parmi la très grande quantité de milieux nutritifs expérimentés, nous rappellerons qu'à l'état naturel, dans les tiges des vignes envahies, le feutrage mycélien assez condensé de l'Esca reste d'un jaune soufre plus ou moins foncé. Cette teinte se retrouve, avec quelques variantes d'intensité, dans toutes les cultures à milieu plus ou moins tannisé, avec feutrage mycélien toujours condensé comme l'amadou, ainsi sur bois de vigne, de Chêne, de Noyer, de Châtaignier, sur châtaignes, noix, bananes..... La teinte est d'un jaune foncé sur pommes de terre, d'un gris souris sur peau d'orange, d'un blanc clair avec trame floconneuse sur bois de Peuplier, carottes, bouillon de touraillon, roussâtre sur grains d'Haricots, jaune rougeâtre sur grains de Blé, brun foncé sur Sorbes avec leur peau, blanc grisâtre sur peaux de Betterave, blanc brunâtre sur copeaux de Chêne, et toutes ces teintes acquises sur ces milieux

indépendamment de l'action de la lumière et de la température.

Les plus luxuriantes cultures ont été obtenues en milieu tannique et les



Fig. 23. — Culture en milieu tannique liquide (vase de 2 litres) ; surface couverte de mamelons mycéliens, dont certains à ostioles cratériformes, d'autres (points blancs) avec liquide sortant des ostioles. (Réduction des deux tiers.)

plus parfaites avec sarments de vignes, fragments de tiges de vignes, tiges

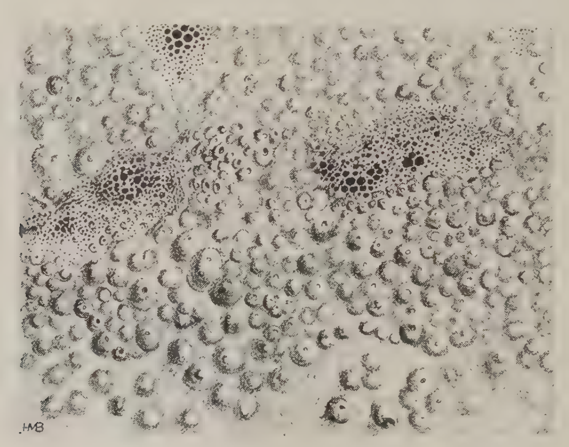


Fig. 24. — Début de formation des ostioles des tubes conidigènes sur les mamelons mycéliens du *St. necator*. (Grossissement : 2.)

jeunes de Châtaignier, de Noyer, de Chêne, et les écorces de ces divers arbres, mais non avec les écorces de sarments et de tiges de vignes. Dans les grands

ballons de 2, 3 et 5 litres, ou dans les boîtes de Roux (20 centimètres de long, 12 centimètres de large, 5 centimètres de hauteur), ces fragments étaient plongés dans un liquide obtenu par l'ébullition de ces mêmes bois, ou mieux dans du bouillon de haricots, additionné, avant le passage des récipients à l'autoclave, d'une quantité variable de sucre, très légèrement acidifié à l'acide

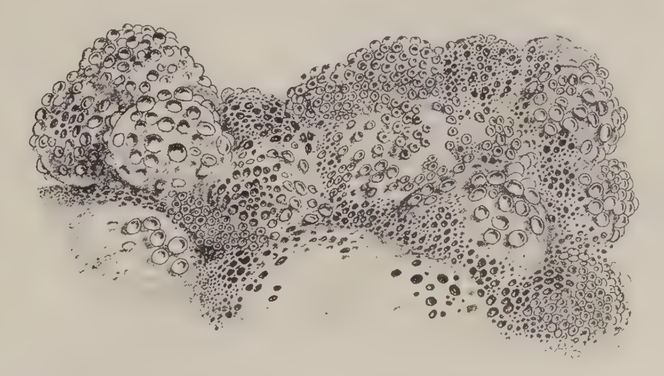


Fig. 25. — Ouvertures cratériformes des tubes conidigènes du *St. necator*. (Grossissement : 2.)

tartrique. Dans les milieux où la base est peu riche en substances tanniques, l'addition de tannoïdes (noix de galle, tannins divers), à une dose ne dépassant pas 1 à 0,5 p. 1000, favorise le beau développement du mycélium.

Nous rappelons que, contrairement à la plupart des parasites de la vigne,

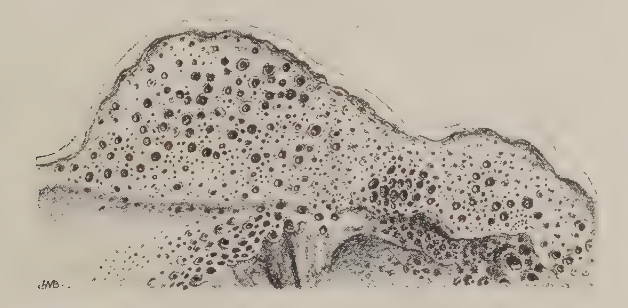


Fig. 26. — Sommet d'un mamelon mycélien avec ostioles ouvertes des tubes conidigènes du *St. necator*. (Grossissement : 2.)

élevés en milieux artificiels, l'évolution du *St. necator* est lentement progressive ; il faut des mois et des années pour obtenir ces belles végétations mycéliennes qui remplissent et obstruent les plus grands récipients (5 litres), de même que les grandes boîtes de Roux, ou de gros tubes de 40 centimètres de haut et de 3 centimètres de diamètre, dans lesquels le mycélium condensé dans tout le tube, comme dans les boites ou les vases, repousse même le bouchon de coton qui les ferme. Pendant plus de douze et quinze ans, les cultures en grands récipients (3 et 5 litres) continuent leur lente et puissante végétation.

Cette lente poussée dans les milieux artificiels, comme sur l'hôte habituel à l'état naturel, est bien caractéristique de l'Esca, comme de tous les autres Polypores, car la culture du *Fomes igniarius*, du *Stereum hirsutum* (Chêne), du *Polyporus sulphureus*, du *Polyporus hispidus*, que nous avons élevés comparativement au *Stereum necator* pendant plusieurs années, ont eu les mêmes modalités végétatives du mycélium.

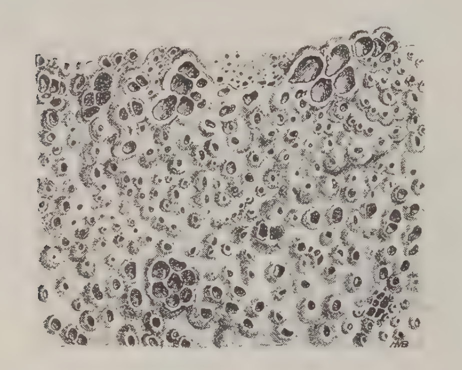


Fig. 27. — Grandes ostioles des tubes conidigènes, après émission des endoconidies du *St. necator* ; d'autres ostioles cratériformes en formation. (Grossissement : 2.)

Physiologie. — Suivant les milieux et la capacité des récipients de culture, la masse mycélienne (amadou) prend des formes variées et les organes spéciaux de reproduction se forment dans divers sens.

Dans les boîtes de Roux, en milieu gélosé à base de bouillon de haricots additionné de sucre, d'acide tartrique 0,5 p. 1000, et de tannin 1 p. 1000, la trame mycélienne, avec teinte de l'amadou des souches apoplexiées, forme, au-dessus de la gélose, une couche épaisse de 1 à 2 centimètres, très serrée, un véritable amadou, comparable à celui du commerce et qui, sans aucune préparation, brûle lentement quand on l'enflamme. Nous avons obtenu, sur grands ballons de 5 litres, des trames d'amadou de 2 centimètres d'épaisseur sur 20 centimètres de diamètre (fig. 16).

Une séparation est à faire pour les cultures en milieux liquides et pour celles obtenues avec des bois émergeant du liquide nutritif qui les baigne seulement, mais largement, à leur base immergée. Sur ces milieux liquides : 1° bouillon de haricots, sucre, acide tartrique et tannin, 2° bouillon condensé de jeunes rameaux de Châtaigner, de Chêne vert, de Noyer ou bois de ces essences, 3° bouillon condensé de tiges de vigne (50 p. 100) et de Haricots (50 p. 100), sucre et acide tartrique aux doses maxima indiquées, les cultures, lentes, mais luxuriantes au bout de deux, trois, quatre, cinq ou six ans présentent des particularités du plus haut intérêt pour la physiologie du parasite de l'Esca.

Le liquide noircit fortement, et ce n'est qu'alors que le mycélium floconneux et blanchâtre se condense et prend une teinte de plus en plus jaune. Au début du noircissement, et plus tard surtout, la teinture de gaïac révèle la présence de la diastase dans le liquide de la culture ; c'est là un fait confirmatif de l'action physiologique et du mécanisme de cette action que nous avons indiqués pour les vignes apoplexiées par l'Esca. La diastase, en dehors du liquide, ne peut être difficilement révélée par la teinture de gaïac que sur les jeunes

trames mycéliennes en flocons blanchâtres au début des cultures et surtout sur les milieux solides d'où il est plus facile de les isoler. Sur les masses mycéliennes condensées en amadou, nous n'avons pu révéler cette diastase oxydasique ; cet amadou d'un jaune clair se fonce rapidement en noir brunâtre quand on le plonge dans l'alcool. Ce serait donc par poussées successives que le jeune mycélium forme cette diastase qui se diffuse, aussitôt et à son pourtour, dans les tissus, comme elle se répand dans le liquide des cultures.

Une expérience, plusieurs fois renouvelée, confirme cette action diastasique d'une façon qui fut, nous l'avouons, fort inattendue au premier examen. Dans des vases de 2 et 3 litres, des fragments de sarments de vigne aoûtés,



Fig. 28. — Coupe longitudinale dans un mamelon à tubes conidigènes du *St. necator*. (Grossissement : 2.)

réunis en petits fagots serrés, ont été immergés, sur les trois quarts de leur épaisseur, dans du bouillon de Haricots, sans autre addition au liquide de culture ; ils furent ensemencés largement avec du mycélium. Celui-ci se développe normalement et, comme toujours, lentement, et finit par recouvrir tout l'ensemble d'une épaisse trame mycélienne condensée, sur une épaisseur en surface de 4 et 5 centimètres, zébrée de sclérotes en lames et cordons. Ces cultures, qui ne présentaient rien de bien particulier, ont été conservées en végétation pendant nombre d'années (cinq, six, sept et huit années). Le liquide resté au fond des récipients de culture, quand ceux-ci furent examinés, donnait la réaction diastasique même au bout de ce long temps. Tout l'ensemble des petits fagots de sarments était emprisonné dans la masse mycélienne condensée, jaune à sa surface. En dégageant, dans chacune de ces cultures, les sarments de l'amadou dans lequel ils étaient enchevêtrés, nous avons fait une observation tout au moins surprenante. Les sarments n'avaient plus que leur écorce (rhytidome) intacte ; tout le contenu (cylindre central) du rameau était complètement vidé et dissous ; l'écorce formait un vrai tube dans l'intérieur duquel existaient seulement d'assez nombreux flocons blanchâtres du mycélium. Aucune trace du bois n'était restée ; la digestion du cylindre central était complète ! Et nous rappelons que sur toutes les cultures assez nombreuses

faites dans les mêmes conditions, ce curieux phénomène a été identique. Cette action diastasique, et nous dirions presque digestive, si exceptionnelle, explique et fait comprendre la destruction complète des tissus par l'Esca et la substitution de l'amadou au cœur des troncs des vignes, dont on conçoit mieux l'histologie pathologique. Elle donne une autre confirmation importante pour l'étiologie de la maladie, car elle prouve que l'invasion du parasite ne peut se produire à travers les écorces de la vigne, mais seulement par les tissus ligneux mis à nu par la taille et les blessures.

Dans les milieux liquides nutritifs, sur lesquels la poussée mycélienne est

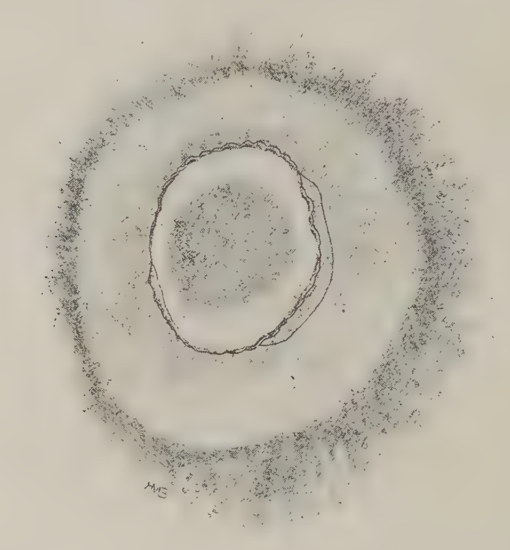


Fig. 29. — Début de la formation d'une lame sclérotique (ligne noire circulaire au centre) dans le mycélium blanc d'une jeune culture du *St. necator.* (Grandeur nature.)

plus lente que sur bois tanniques immergés par leur base, si la dose de tannin ou de sucre dépasse certaines limites, pour le tannin surtout (2 et 3 p. 1000), le mycélium se dissémine en surface et remonte sur les parois des récipients ; il a peu tendance à se condenser en amadou. Il noircit cependant fortement le liquide nutritif, comme si l'excès de tannin provoquait une plus forte émission de diastase. Cette particularité expliquerait, nous semble-t-il, les cas particuliers de l'Esca que nous avons décrits : fort noircissement des tissus du tronc et dissémination du mycélium sans formation d'amadou central, avec tendance au Court-noué.

Tubes sporifères. — Les sclérotes (lames ou cordons) sont rares ou absents dans les cultures en milieux liquides normaux et sans excès de tannin. Mais, par contre, d'autres organes de reproduction apparaissent. La trame mycélienne s'irradie en flocons légers et blanchâtres autour du premier semis.

Puis la condensation mycélienne s'accentue et, peu à peu, lentement, le mycélium couvre toute la surface du liquide et s'accolle circulairement sur les parois (vases de 1, 2, 3 et 5 litres), formant une couche dense et continue qui obture hermétiquement le liquide inférieur (fig. 17). La lame mycélienne s'épaissit progressivement. A la troisième ou quatrième année d'âge de la culture, le tissu dense qu'elle a formé se mamelonne (fig. 19 à 23) ; les divers mame-

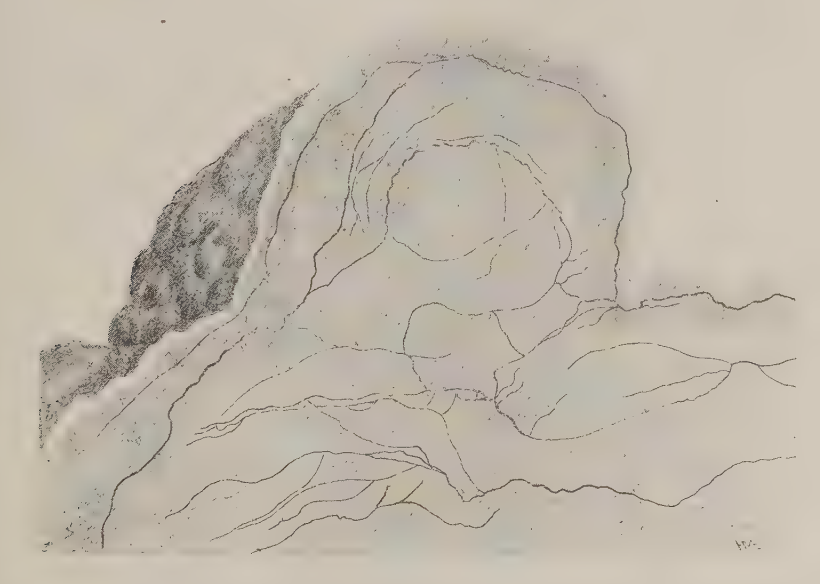


Fig. 30. — Lames sclérotiques (lignes sinueuses noires), vues en coupe dans une grosse condensation mycélienne du *St. necator*, en culture sur milieu solide à base de tannin. (Grandeur nature.)

lons, plus ou moins élevés (1 à 3 centimètres) et d'un diamètre de 1 à 5 centimètres (fig. 19, 20 et 21), se sont surélevés, semble-t-il, par suite de l'impossibilité de la poussée vers le liquide, dans lequel on n'observe que, immergés, des flocons épars de quelques filaments mycéliens. Quelques mamelons atteignent parfois d'assez grandes hauteurs ou de fortes dimensions, comme des pics ou des monts sur une plaine de collines (fig. 19). La trame mycélienne, est très dense et à filaments très serrés et fortement enchevêtrés, constituant un faux tissu (amadou). Si la lame mycélienne n'était pas adjacente et collée fortement par ses bords sur les parois, le mamelonnement n'aurait pas lieu. Il y a donc là une surface de mycélium complètement étanche, supprimant le contact du liquide et par suite son évaporation vers la partie supérieure vide du récipient.

Toutes ces surélévations ou mamelons mycéliens finissent par se recouvrir de gouttelettes perlées, et régulièrement distribuées, d'un liquide noirâtre (fig. 22 et 23). Ces gouttelettes s'évaporent et laissent de petits cratères très réguliers de forme et de dimensions qui criblent la surface des mamelons (fig. 24

à 28). Ce sont les ouvertures, de vrais pores, de tubes sporifères qui se prolongent dans le faux tissu sous-jacent (fig. 28). Nous en étudierons plus loin la structure ; ils ne renferment que des conidies. Nous n'avons jamais observé de basidiospores, mais seulement des conidiophores identiques à ceux que nous avons retrouvés dans l'amadou du centre des souches eschées, ou dans d'autres types de cultures.

Il semble que le liquide sous-jacent à l'épaisse lame mycélienne, continue en surface, vient, par un phénomène physique d'évaporation, dissocier le tissu et perforer les tubes dans la lumière desquels naissent les conidiophores. Pour tous les Polypores, le tissu mycélien, au moment où il va surgir à la surface pour former le chapeau, et dans ce chapeau, est toujours très condensé et l'on peut concevoir la formation de tubes et de pores du réceptacle à basidiospores par une modalité analogue à celle des mamelons cratériformes de l'Esca. La formation des tubes sporifères, à pores extérieurs, a été constante, lorsque l'on a réalisé les mêmes milieux de culture.

Sclérotes: lames et cordons. — Nous avons dit que les plus belles poussées mycéliennes avaient été réalisées avec des bois à tannin dans de grands

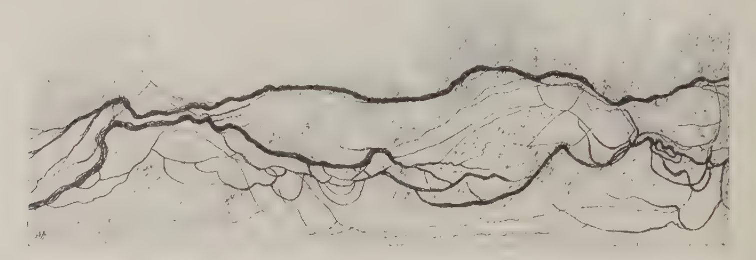


Fig. 31. — Lames sclérotiques (lignes noires) dans l'amadou du *St. necator*, vues en coupe optique sur la paroi d'un vase de culture. (Grandeur nature.)

récipients, lorsque ces bois étaient immergés par leur base dans du bouillon de haricots additionné de sucre et de tannin et de peu d'acide tartrique, l'ensemencement étant pratiqué au contact du liquide sur le bois. La masse mycélienne condensée s'étale sur le liquide et emprisonne d'une couche épaisse tous les bois et s'épanouit, à leur contact sur le verre, sur toute la paroi intérieure du récipient. L'ensemble affecte ainsi des formes très curieuses.

L'amadou continue à se développer pendant un grand nombre d'années (certaines de nos cultures en récipients de 2, 3 et 5 litres persistent depuis dix, douze et quinze ans), et remplit parfois tout le vase, comme s'il était bourré d'un coton serré et jaunâtre et tant qu'il reste du liquide au fond. Il y a arrêt dans la végétation mycélienne lorsque le liquide est épuisé ; l'on peut la faire reprendre par une nouvelle addition, aseptique, du liquide nutritif, mais elle est plus lente.

Dans ces épaisses trames apparaissent toujours des lignes d'un noir intense (fig. 17 et 29 à 33), tranchant fortement sur le fond jaune roussâtre du mycélium, et qui dessinent, quand on les observe à travers le verre, des cordons simples ou superposés, sinueux, parfois circulaires et anastomosés (fig. 30 et 31). Si on les dissocie dans la gangue de l'amadou, l'on constate que la plupart s'y prolongent sous forme de lames peu épaisses, qui le tra-

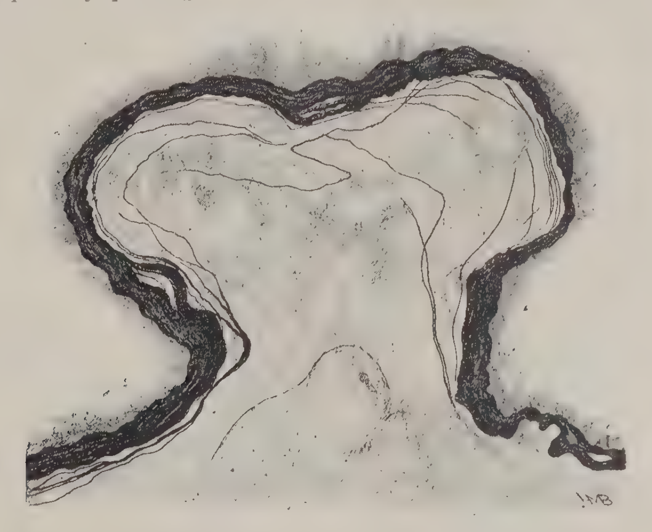


Fig. 32. — Fusions de lames sclérotiques du *St. necator* vers la face externe de l'amadou, vues en coupe optique. (Grandeur nature.)

versent et vont surgir sur la paroi opposée. Ces lames, comme de minces feuillets, très noires, s'organisent moins souvent à la surface des vieilles cultures, où elles forment comme une carapace, sans continuité cependant, au-dessus de l'amadou. Dans les parties les plus centrales de ce dernier, mais ne surgissant pas à la surface, on trouve, avec la même coloration d'un noir intense, de vrais cordons plus épais que les lames, dont ils peuvent rarement s'isoler et être indépendants. Dans les cultures anciennes sur liquide lentement évaporé ou absorbé, se forment aussi sur les bords rétractés de semblables cordons. Ces lames et cordons sont des sclérotes dont nous étudierons l'organisation et l'évolution ; ils sont en tous points semblables aux mêmes sclérotes que nous avons signalés dans l'épaisseur de l'amadou des tiges de vigne ; ce sont certainement les organes principaux de dissémination de la maladie dans le vignoble.

Lorsque le liquide des cultures, recouvert par la trame mycélienne épaisse (fig. 33), est épuisé, celle-ci, comme collée par ses bords sur les parois du récipient ou accrochée aux supports des bois de la culture et séparée du peu de liquide restant encore, se recouvre à sa face inférieure du côté du liquide, d'une légère couche blanchâtre, nettement visible sur le fond jaune brun

de l'amadou. Dans beaucoup de cas, une abondante fructification conidifère y prend naissance.

Il est un fait important que je veux retenir dans cette étude des cultures en milieu artificiel. Je n'ai jamais obtenu les lames et les cordons sclérotiques qu'avec le *Stereum* de la vigne. Le *St. hirsutum* du Chêne, mis en culture dans des conditions de milieux identiques, soit avec des boutures, soit avec des basidiospores ou encore avec des tissus du chapeau, tous pris sur des échantillons frais cueillis dans les forêts d'Armainvillers et dans celles de Verrières,

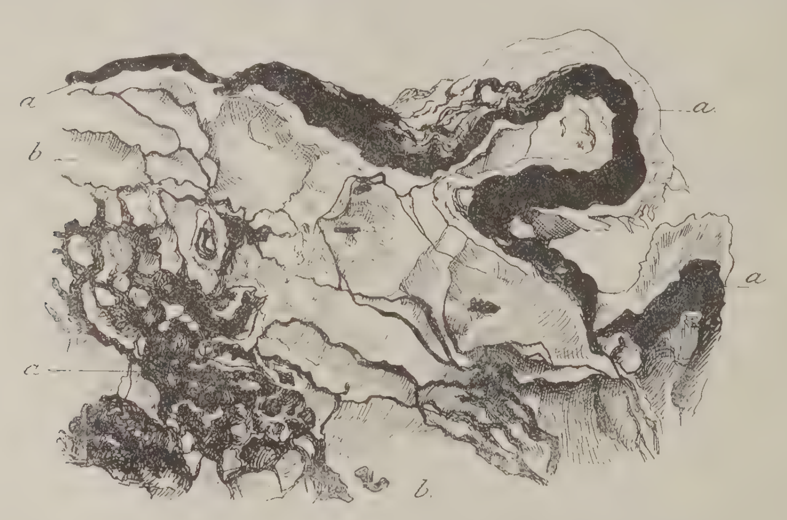


Fig. 33. — Sclérotes en tissus denses (*a*, *a*), ou en lames (lignes noires), formés en quantité sur la face inférieure de l'amadou (*b*, *b*) détaché du fond d'un grand vase de 5 litres, au bout de onze années de culture en milieu tannique (bois de châtaignier baignant dans du jus de haricot tannisé et sucré). (Réduction d'un tiers pour ce fragment représenté.)

ne nous ont jamais donné de pareilles formations mycéliennes. Par la culture encore des *Fomes igniarius*, *Polyporus sulphureus*, *Polyporus hispidus*, poursuivies et recommencées à plusieurs reprises dans les mêmes conditions de milieu que celles du *Stereum necator*, je n'ai *jamais* obtenu de lames ou cordons sclérotiques, pas plus que des tubes sporifères. Le mycélium de ces Polypores, même celui du *F. igniarius*, contrairement à ce que nous pensions, ne s'est pas non plus condensé en amadou et, dans les plus belles cultures, à base tannique ou fortement sucrée, il a toujours gardé un aspect floconneux, plus ou moins serré, mais jamais organisé en faux tissu ; la teinte, excepté pour le *P. sulphureus* reste blanchâtre ou blanc grisâtre dans les cultures en grands récipients. Pour le *F. ignarius* on obtient cependant des formations conidifères dans la trame mycélienne.

Ce sont là arguments qui nous confirment dans notre idée que le *Stereum* de la vigne est une espèce ou tout au moins une variété botanique bien fixée. Il aurait été nécessaire, sans doute, en dehors des caractères botaniques à pré-

ciser pour les fruits et les basidiospores, d'inoculer le *St. hirsutum* à la vigne et d'observer si celui-ci, presque exclusivement saprophyte, était parasite, et de constater en outre les résultats histologiques et botaniques de cette inoculation. Ces inoculations sont fort difficiles à réaliser et il nous paraît que les conclusions données par les cultures en milieux artificiels sont assez concluantes.

V. — ÉTUDE BOTANIQUE DU *STEREUM NECATOR*

Fruits.

Caractères extérieurs. — Les fruits (Pl. 4), chapeau ou hyménophore, du Champignon de l'Esca, spécifiques de l'espèce et du genre, mais auxquels doivent, à notre avis, s'ajouter d'autres caractères morphologiques et physiologiques du mycélium et des autres organes de reproduction, nombreux et complexes, constituent, pour tous les mycologues, la base exclusive



Fig. 34. — Fruit du *St. necator*, vu par la face hyméniale. (Grossissement : 3/1.)

de la spécification. Or la comparaison des caractères botaniques du *Stereum necator* Viala, cause de l'Esca, avec ceux du *Stereum hirsutum* Fries, espèce avec laquelle il a été jusqu'alors confondu, non sans quelques raisons, nous permet de l'en distinguer botaniquement.

Le *St. hirsutum* n'avait jamais été signalé par aucun mycologue sur la vigne, pas plus à l'état accidentel que dans une action gravement parasitaire. D'autre part, le *St. hirsutum* est considéré comme à peu près exclusivement saprophyte sur les arbres feuillus et presque exclusivement sur le Chêne, le Charme.... Hartig seul et après lui E. Prillieux lui attribuent un certain rôle omme parasite accidentel. Il vit surtout sur les troncs d'arbres abattus et putrescents, sur les branches mortes, piquets, échalas... ; son action physiologique est donc nettement différente de celle du parasite de la vigne.

Le *St. necator*, comme nous l'avons dit, fructifie très rarement sur les



Fruits de l'Esca

troncs de la vigne ; on ne trouve les fruits (Pl. IV, A, B, C) que par exception sur les souches malades de l'Esca et pas même sur un pied pour mille ceps attaqués ; nous ne les avons jamais observés sur les souches vigoureuses apo-



Fig. 35. — Fruit du *St. necator*, vu par la face tomenteuse, résupinée et devenue inférieure. (Grossissement : 3/1.)

plexiées en pleine végétation. Les fructifications apparaissent en octobre ou au début du printemps ; elles surgissent à travers le rhytidome (écorce) de la vigne (Pl. 4, C) sous forme de petits moignons blanc-jaunâtre et poussent progressivement, et non brusquement comme les Agarics ou les Bolets par

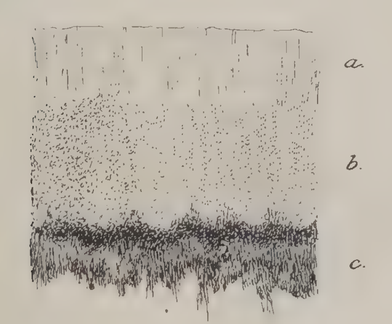


Fig. 36. — Coupe transversale dans la lame du fruit du *St. necator* ; *a*, hyménium ; *b*, tissu central ; *c*, poils. (Grossissement : 100.)

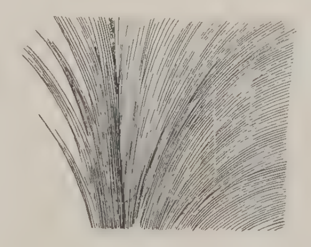


Fig. 37. — Partie centrale *b* de la figure 36 (à droite), au contact de la région des poils *c*, esquissés dans leur direction à gauche. (Grossissement : 200.)

exemple, mais comme les Polypores en zones concentriques s'ajoutant aux zones antérieures. Le fruit s'arrête à divers stades de développement et acquiert, par suite, des dimensions assez variables. Il peut même, après plusieurs poussées concentriques dans une même année, continuer à s'accroître au printemps suivant. Le plus souvent, il se dissocie au bout de la première

année et disparaît ; une nouvelle poussée de nouveaux fruits a rarement lieu sur le même cep, l'année suivante.

Les fruits du *St. necator* sont en plus ou moins grand nombre sur le tronc.

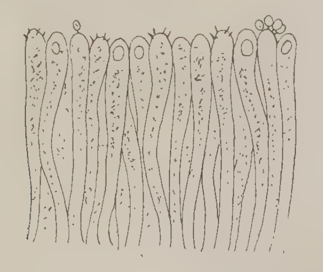


Fig. 38. — Hyménium, basides, stérigmates et basidiospores du *St. necator*. (Grossissement : 800.)



Fig. 39. — Autre aspect de l'hyménium du *St. necator* dans une déclivité de la surface hyméniale. (Grossissement : 800.)

plus rarement sur une branche principale de vigne (Pl. 4). Ils ne sont pas groupés, comme pour le *St. hirsutum*, à la base de la tige vers le collet, mais distribués en assez grand nombre (jusqu'à plus de 50) sur tout son parcours ; quelquefois quelques-uns émergent sur une grosse plaie de taille.

Les caractères extérieurs du fruit du *St. necator* (Pl. 4, A et B et fig. 34 et 35) sont assez distincts de ceux du *St. hirsutum*, plus distincts que ne le sont les basidiospores des deux espèces. Ces fruits sont variables de dimensions ; les plus gros atteignent 4 centimètres sur 2 centimètres (fig. 34 et 35) ; ils ont, en moyenne, 2 sur 1 centimètre et demi, avec de grandes variations dans le sens longitudinal ou transversal. Beaucoup de fructifications hyméno-phores, quoique bien constituées, restent petites, un sur un demi-centimètre ou un tiers sur un quart de centimètre, les petits fruits plus nombreux entre-mêlés aux plus gros. La plupart sont insérés par une base sessile, mais les plus gro set les mieux constitués (Pl. IV, A et B) ont un stipe rudimentaire (fig. 34 et 35) qui traverse le périderme de la tige, comme une racine qui part du mycélium interne au bois.



Fig. 40. — Poils du fruit du *St. necator*, avec rares cloisons en accent circonflexe. (Grossissement : 500.)

Le fruit forme une lame coriace, consistante, peu épaisse (1 à 2 millimètres), en forme de coupe ou de cornet (Pl. IV, A et B) recourbé vers le haut et à bords plus clairs que le centre. Le fruit est résupiné (retourné) ; il est d'un jaune grisaille et comme terreux à la face inférieure, et d'un jaune brun plus foncé dans l'intérieur du large cornet à la face hyméniale devenue supérieure. Les zones concentriques, vaguement dessinées dans le cornet, sont très visibles sur la face inférieure (fig. 35). Sur cette face, l'on distingue nettement

des lignes radiales qui partent du stipe rudimentaire pour aboutir sur les bords recourbés de la coupe. La zone circulaire qui sépare ces bords recourbés de la coupe du reste de la lame fructifère a une teinte plus foncée.



Fig. 41. — Fruits du *Stereum hirsutum* du Chêne, isolés sur le tronc. (Réduction d'un tiers.)

Ces caractères extérieurs du fruit du *St. necator* nous paraissent bien le différencier du *St. hirsutum* (fig. 41 et 42), dont la lame est plus plate, frangée sur les bords, moins mince, mais plus étendue, et rarement retournée en cornet ; au contraire, plusieurs lames parallèles se superposent pour le *S. hirsutum*, le

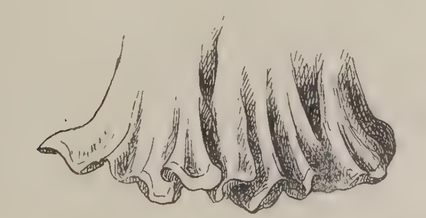


Fig. 42. — Fruit à bords frangés du *Stereum hirsutum* du Chêne. (Grandeur nature.)



Fig. 43. — Hyménium du *St. hirsutum* du Chêne basides, sterigmates, basidiospores. (Grossissement : 800.)

plus souvent les unes au-dessus des autres comme les feuillets d'un livre ; la teinte de la surface hyméniale est d'un rouge brique, clair et mat, et non d'un gris sale terreux ; elles sont aussi toujours résupinées ; ce sont là caractères à peu près constants que nous avons notés sur place et sur les Chênes.

Un autre caractère distinctif est celui de la villosité qui existe chez les deux espèces à la face inférieure du fruit ; le *St. necator* est plus villeux et à poils plus longs que le *S. hirsutum*.

Hyménium. — L'hyménium du fruit résupiné du *St. necator* est porté à la partie inférieure, devenue supérieure, de la lame et diffère fort peu, par son

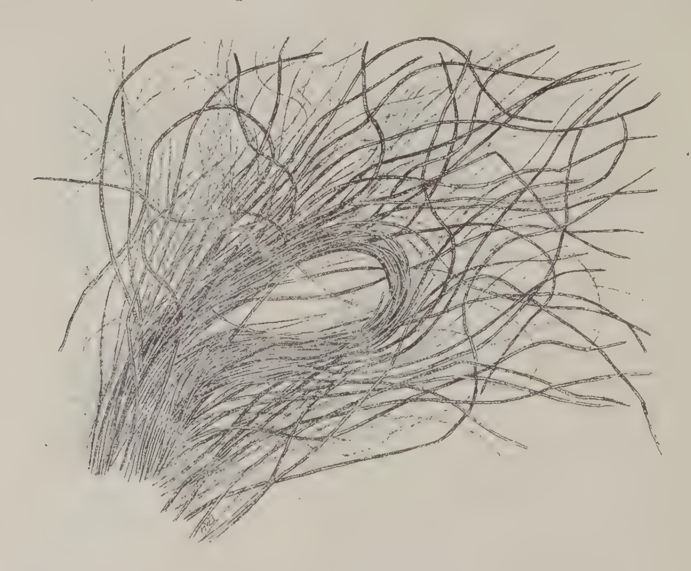


Fig. 44. — Mycélium du *Stereum necator* pris au centre de l'amadou d'une culture jeune (six mois), identique à celui des tiges envahies par le parasite. (Grossissement : 300.)

organisation anatomique de celui du *St. hirsutum*, contrairement à ce qui a lieu pour la morphologie générale de l'ensemble du fruit. Le fruit du *St. necator* comprend, en coupe transversale, trois parties (fig. 36) ; la couche, inférieure

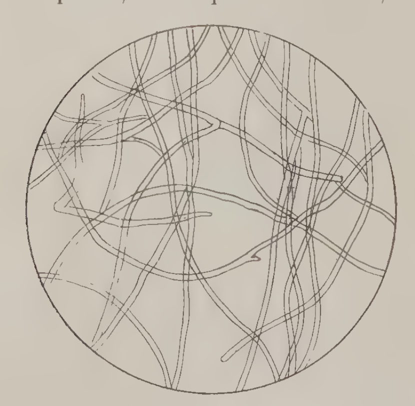


Fig. 45. — Mycélium du *St. necator*. (Grossissement : 600.)

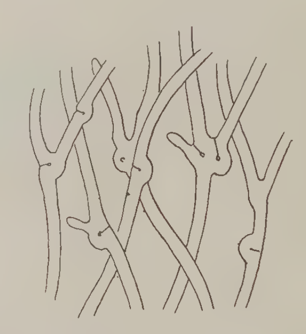


Fig. 46. — Mycélium avec boucles du *St. necator*. (Grossissement : 1 000.)

par résupination, qui a de nombreux poils longs, plus longs que ceux du *S. hirsutum*, est constituée par des filaments mycéliens enchevêtrés, mais à tendance parallèle, d'aspect nacré, à lumière régulière; ces tubes se prolongent dans le stipe et rejoignent le mycélium interne à travers le périderme de la vigne; ils

sont à calibre plus fort que celui de l'amadou. Vers le centre (fig. 37 et 36) de la lame hyméniale, ils deviennent plus parallèles, plus étroits et de teinte jaune brunâtre dans le fruit mur. De cette lame moyenne part l'hyménium (fig. 36, *a*), qui recouvre toute la partie inférieure, devenue supérieure.

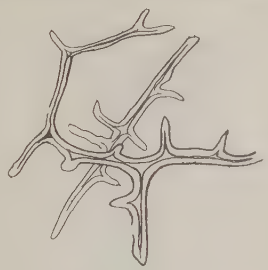


Fig. 47. — Mycélium en échelle de perroquet du *St. necator*. (Grossissement : 600.)

L'hyménium (fig. 38 et 39) est lisse, plus foncé que celui du *S. hirsutum*, formé par de nombreuses cellules cylindriques assez allongées et régulières, intimement accolées et condensées les unes aux autres, formant comme un mur fructifère, dont les éléments ne sont légèrement séparés que par le sommet un peu arrondi et pourvu d'une grosse vacuole ; elles portent parfois quatre pointes ou stérigmates assez longs sur lesquels sont insérées les basidiospores (fig. 38), mais le plus grand nombre de ces cellules sont stériles ; leur diamètre au sommet arrondi est de 5 μ. Très rares sont, en effet, pour le *St. necator*, les basidiospores ;



Fig. 48. — Coupe transversale d'une tige de vigne attaquée par le *St. necator* ; région des rayons médullaires, à la limite extérieure de la zone noire, contre le bois sain ; grains d'amidon intacts ou au début de l'altération sous l'action de la diastase. (Grossissement : 400.)



Fig. 49. — Coupe transversale dans le bois d'une tige de vigne eschée ; région de la zone noire non encore pénétrée par le mycélium du *St. necator* ; cellules des régions médullaires, cellules ligneuses et de bordure des vaisseaux noircies. (Grossissement : 150.)

nombre de fruits paraissent en manquer, ce qui indiquerait une dégénérescence de cet organe que viendrait confirmer sa rareté dans la nature, et son absence dans les cultures.

Les basidiospores sont très petites, incolores, et faiblement ovoïdes,

moins ovoïdes que celles du *S. hirsutum* (fig. 43). Leur rareté ne nous a pas permis d'en réaliser la germination ; elles mesurent de 1 à 1,5 μ.



Fig. 50. — Cellules des rayons médullaires à contenu complètement altéré par la diastase du *St. necator* (*a* et *b*) ; quelques grains d'amidon encore intacts (*c*) ; le mycélium n'a pas encore pénétré cette région. (Grossissement : 500.)

Classification. — Par les fruits, par ses caractères physiologiques, par son parasitisme, auxquels s'ajouteront les caractères des sclérotes et des organes conidifères, le *St. necator* est donc une espèce bien caractérisée. L'hyménium seul et les basidiospores, plus ovoïdes pour le *S. hirsutum*, pourraient le faire considérer comme non différent spécifiquement du *St. hirsutum*, et peut-être comme une variété botanique fixée de cette dernière espèce, dont elle se serait détachée par adaptation parasitaire et par sa spécialisation, à cet état, sur la vigne.

Le *St. hirsutum* Fries (*Thelephora hirsuta* Wild, *Auricularia reflexa* Bull, *Auricularia aurantiaca* Schum (?), *Thelephora papyracea* (Flor. dan.), (ce dernier synonyme d'après E. Prillieux, les autres d'après Saccardo) aurait été spécifié en Europe, Amérique, Chili, Cuba, Venezuela, Nouvelle-Zélande, Australie, Inde et Java... d'après Saccardo. Ce mycologue, — fait que nous voulons plus spécialement retenir —, indique deux variétés de cette espèce, le *St. hirsutum* variété *cristulatum* Quelet, signalé dans le Jura, et le *St. hirsutum* variété *pilosiusculum* Thumen, trouvé en Bohême. Cette

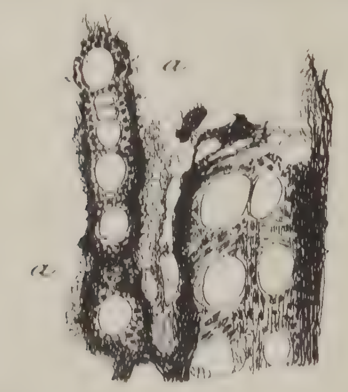


Fig. 51. — Tissu du bois, avec début de la pénétration (*a*, *a*,) du mycélium du *St. necator*. (Grossissement : 150.)

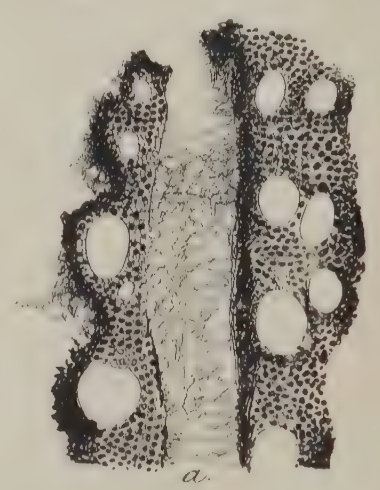


Fig. 52. — Tout le contenu cellulaire est altéré par la pénétration du mycélium du *St. necator* (*a*) ; les cellules des rayons médullaires ont été dissoutes et les cellules ligneuses voisines sont dissociées et rongées. (Grossissement : 150.)

grande extension géographique de l'espèce type, et surtout les deux variétés botaniques affirmées, renforcent encore les déductions pour admettre que le

St. necator est bien une espèce authentique, et, à la rigueur, une variété botanique, *Stereum hirsutum* var. *necator* détachée de l'espèce souche dans le temps et par adaptation parasitaire à un seul hôte, la vigne.

Le *Stereum necator* Viala appartient à la famille des Théléphorées, du groupe des Basidiomycètes-Hyménomycètes-Homobasidiés.

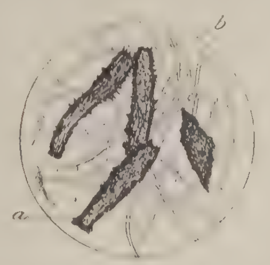


Fig. 53. — Phase extrême de la décomposition du bois par le *St. necator* ; quelques fibres ligneuses (*a*) rongées, disséminées dans l'amadou, dont quelques filaments ont été seulement représentés (*b*) : quatre petits fragment de filaments en échelle de perroquet. (Grossissement 500.)

Mycélium.

Mycélium blanc. — Le mycélium cotonneux blanc du premier début des cultures est identique à celui que l'on observe dans les premières pénétrations de l'Esca dans la zone noire qui encercle l'amadou du centre des tiges de la vigne. De calibre régulier, blanc nacré, à membrane épaisse, et à contenu très finement granuleux, avec cloisons distantes et peu nombreuses, il n'est pas sinueux, mais plutôt droit et rigide (fig. 45). Ses ramifications partent nettement à angle droit ou à angle aigu, mais elles sont peu nombreuses ; ce n'est pas un mycélium très ramifié, contrairement à ce qui a lieu pour la plupart des Champignons. Il est très petit de calibre, l'un des plus petits que nous connaissions parmi ceux des Champignons parasites de la vigne.

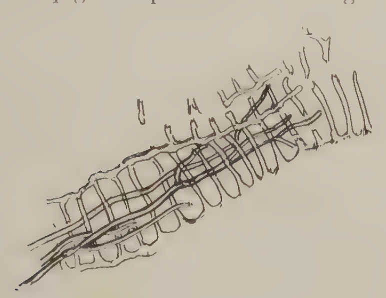


Fig. 54. — Un vaisseau du bois, en partie rongé par le *St. necator*, traversé par les filaments mycéliens noirs, origine des cordons sclérotiques. (Grossissement : 500.)

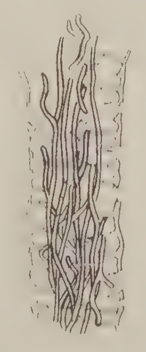


Fig. 55. — État plus avancé de la figure 54 le vaisseau plus rongé, les filaments mycéliens noirs du *St. necator* s'agglomérant en cordon (Grossissement : 500.)

Il a quelques rares anastomoses et quelques boucles difficilement visibles au niveau des cloisons (fig. 44). Le diamètre ne dépasse pas 1,5 μ, dont la membrane incolore occupe les deux tiers.

Dans les tissus de la vigne, on voit quantité de ces filaments mycéliens rigides, presque parallèles, un peu effilés à leur pointe, pénétrer en groupes, comme les poils d'un pinceau, les vaisseaux et les éléments de la tige ; ils sont toujours nettement visibles à travers les tissus brunis qu'ils viennent de péné-

trer. Puis, au travers des éléments des tissus corrodés, rongés et dissociés (fig. 51 et 52, *a*, *a*), ils sont déjetés dans tous les sens, mais gardent cette rigidité relative qui caractérise si nettement toutes les formes mycé-

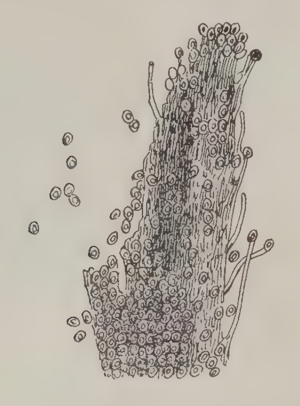


Fig. 56. — Sommet d'un cordon sclérotique du *St. necator*, avec grosses endospores colorées. (Grossissement : 200.)

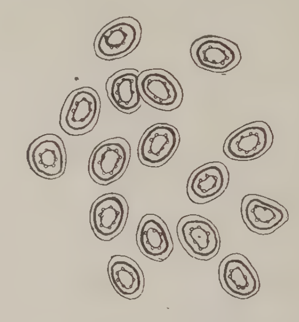


Fig. 57. — Endospores colorées des cordons du *St. necator*, à double membrane, et à vacuole centrale ; quelques petites vacuoles secondaires seulement représentées. (Grossissement : 700.)

liennes à calibre cylindrique et constamment régulier. Ils ne s'insinuent pas entre les cellules, mais pénètrent vaisseaux, cellules des rayons médullaires et percent même les fibres et les cellules ligneuses. Les filaments mycéliens les plus jeunes, d'un beau blanc nacré, dès qu'on les plonge dans l'alcool à 95° ou dans l'alcool absolu, brunissent et gardent la teinte brune plus ou moins accusée, de même que les filaments mycéliens de l'amadou.

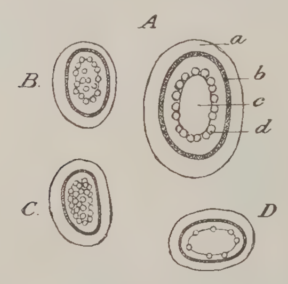


Fig. 58. — Endospores colorées des cordons du *St. necator* ; — A, endospore vue en coupe optique *a*, membrane externe ; *b*, membrane interne ; *c*, vacuole centrale ; *d*, couronne de vacuoles secondaires seules représentées ; — B, les vacuoles secondaires centrales en partie représentées ; — C, vacuole centrale couverte sur toute sa surface de vacuoles secondaires, comme à l'état normal ; — D, quelques vacuoles secondaires représentées pour montrer, comme en A, leur indépendance de la vacuole centrale. (Grossissements : A, 1 800 ; B, C, D, 1 000.)

Amadou. — Le mycélium du centre des tiges de vigne et celui des cultures plus avancées qui constituent l'amadou (fig. 44 et 46) se différencient de très bonne heure du mycélium blanc. La direction plutôt rectiligne des tubes mycéliens, qui ne perdent cependant pas leur parallélisme relatif, et cela que leurs groupements soient en lignes droites, obliques ou courbes, fait place, quand le mycélium prend la teinte jaune ou brunâtre, à des enchevêtrements par plans mélangés ou imbriqués très serrés qui donnent cette particulière consistance à l'amadou. Cette forme d'amadou ne se retrouve pas, par exemple, pour le *St. hirsutum* du Chêne qui dissocie bien et ronge partiellement les éléments du bois, mais les laisse toujours en lanières fibreuses mélangées, comme de la charpie, au mycélium resté blanchâtre.

Le mycélium de l'amadou a les caractères généraux du mycélium blanc; mais les filaments prennent progressivement un diamètre un peu plus fort, de 2 μ, avec quelques éléments normaux d'un tiers ou un quart en plus. La membrane est encore plus épaisse et occupe les trois quarts du diamètre, et jusqu'aux quatre cinquièmes ; le protoplasme, quand il persiste dans le filament, cloisonné à grandes distances et souvent vide, a des granulations moins fines et surtout moins serrées, sans vacuoles comme dans tous les autres filaments mycéliens du *St. necator*. Le mycélium de l'amadou est particulièrement fin comme le mycélium blanc, il présente des boucles (fig. 46) comme celui de nombreux Polypores.

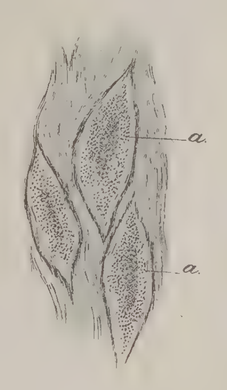


Fig. 59. — Cavités conidigènes dans la trame de l'amadou du *St. necator*. pris dans une vigne apoplexiée ; *a*, poches conidigènes bourrées de petites endoconidies incolores et encerclées par un mycélium brun condensé comme autour des tubes de cultures. (Grossissement : 100.)

Histologie pathologique. — Dans la zone noire et dans la partie plus diffuse vers le bois sain, dans lequel les divers éléments sont encore normaux, on note, dans les premières phases de l'action diastasique, quelques cellules des rayons médullaires qui ont leur contenu légèrement bruni, et dont les grains d'amidon se détachent encore nettement par leur transparence (fig. 48). Dans la région noircie, l'ensemble de toutes les cellules des rayons médullaires est de plus en plus foncé en noir, à un point tel que les membranes encore transparentes limitent seules les éléments (fig. 50); les

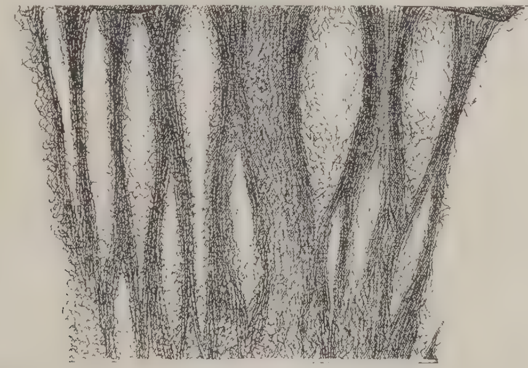


Fig. 60. — Coupe transversale d'un mamelon conidigène montrant la forme irrégulière et allongée de l'intérieur des tubes à endoconidies du *St. necator*. (Grossissement : 100.)

ornements scalariformes des gros vaisseaux tranchent beaucoup plus par leur transparence. Le noircissement gagne bientôt, quand on se rapproche de l'amadou, l'intérieur des cellules ligneuses (fig. 49) et des cellules compagnes, puis les membranes de tout le tissu conjonctif, et en dernier lieu des vaisseaux.

A ce moment, on ne trouve jamais de filaments mycéliens dans cette partie de la zone noircie. Ce n'est que dans la région qui confine à l'amadou qu'ils s'infiltrent à travers les tissus désorganisés par l'action diastasique, et que l'on constate leur présence en paquets (fig. 51 et 52, *a*, *a*). Ils pénètrent d'abord tous les éléments du tissu conjonctif, puis ceux du bois. Les rayons médullaires, dissociés et digérés, sont remplacés par des paquets mycéliens fins et transparents, enchevêtrés, mais à direction générale vaguement rectiligne; les cellules ligneuses et les vaisseaux sont, à leur tour, bourrés de mycélium, puis leurs membranes sont fondues et disparaissent dans le magma mycélien qui jaunit. Dans l'amadou même, au milieu des tubes mycéliens enchevêtrés,

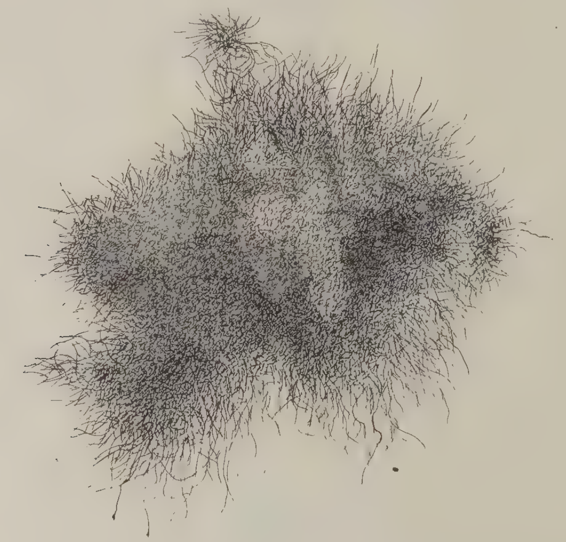


Fig. 61. — Aspect du mycélium du *St. necator* dans l'amadou, avec plages de condensation en lames sclérotiques. (Grossissement : 100.)

on trouve quelques fragments isolés et disséminés de fibres ligneuses, rongées sur leurs bords et d'un noir brunâtre (fig. 53).

Les gros grains d'amidon des rayons médullaires et ceux plus petits de tout le tissu conjonctif, — lorsque le noircissement est à son début, avant la pénétration mycélienne, et dans la limite diffuse et externe de la zone noire —, gardent leur forme mais sont comme lavés d'une teinte brun clair (fig. 48). Bientôt après, dans les zones plus avancées vers l'amadou, ils sont gonflés, se compriment et finissent par se fondre en une substance noirâtre homogène qui remplit et obscurcit les cellules (fig. 50) et a les caractère microchimiques des tannoïdes et des glucosides.

Outre l'action diastasique qu'il exerce sur les tannoïdes de la tige, le mycélium transforme l'amidon qu'il digère ensuite de même que tous les corps cellulosiques du bois, ne laissant, rongés d'ailleurs, que quelques éléments des fibres vasculaires.

Les rhytidomes annuels ou pluriannuels des sarments ou du tronc ne sont pas pénétrés par le mycélium. Est-ce parce qu'ils ne renferment ni amidon ni tannin ? Je rappelle que dans les cultures où étaient plongés les sarments de vigne, et dont j'ai donné plus haut l'analyse, le périderme seul était resté intact et formait un tube, dont tout le bois intérieur avait été dissous et digéré, sans qu'il fût pénétré par le mycélium blanc qui persistait dans sa cavité.

Mycélium noir.— Dans l'amadou central des tiges de vigne, aussi bien que dans la trame condensée des belles cultures sur milieux artificiels, quelques

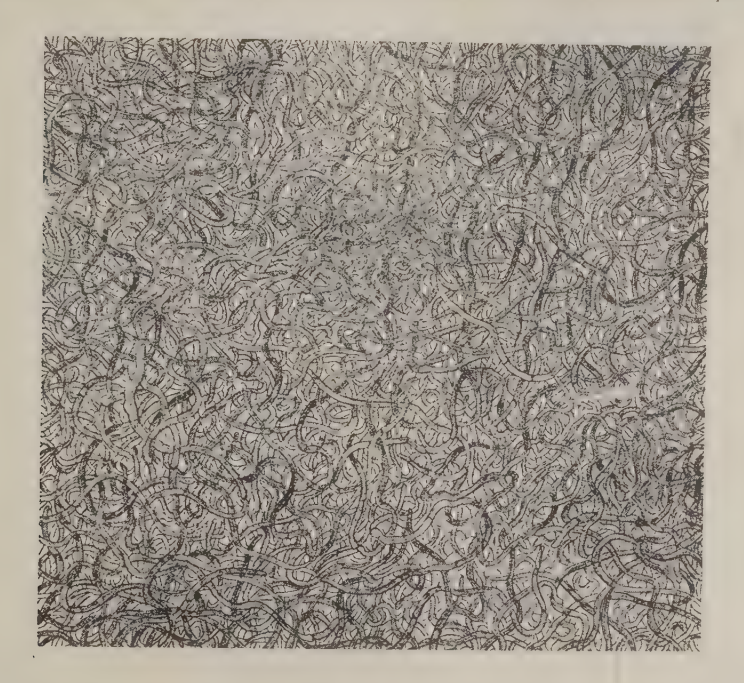


Fig. 62. — Agglomération du mycélium du *St. necator* en lame sclérotique. (Grossissement : 500.)

filaments mycéliens se détachent parfois nettement par leur teinte d'un brun noirâtre foncé, rarement isolés, parfois soudés parallèlement et en nombre variable. Ces filaments sont à calibre trois ou quatre fois plus grand que ceux des filaments jaunâtres et blancs, à cloisons plus rapprochées, quoique assez distantes. Dans les vignes eschées, et dans les tissus du bois non encore désorganisés et rongés, au sein de la trame du mycélium blanchâtre pénétrante, on les distingue s'insinuant le plus souvent dans les vaisseaux (fig. 54 et 55). Ils s'agglomèrent en formant des nodules intravasculaires, mais plus souvent ils sont droits et rigides accolés parallèlement et parcourent tout le vaisseau sur de grandes longueurs en formant des paquets à teinte noir brunâtre très foncée ; leur contenu cellulaire, difficilement visible à travers la membrane

foncée, assez épaisse, mais moins que celle des filaments mycéliens de l'amadou, est assez granuleux et sans vacuoles.

Lorsque ces filaments mycéliens sont isolés, dans les vaisseaux surtout, ils ont un caractère assez particulier. Des ramifications latérales, d'inégale longueur, mais toujours très courtes, se forment sur le parcours ; elles sont comme arrêtées dans leur développement et donnent cet aspect, que DE SEYNES (1) a bien caractérisé pour d'autres Polypores sous la désignation d'échelle de perroquet (fig. 47).

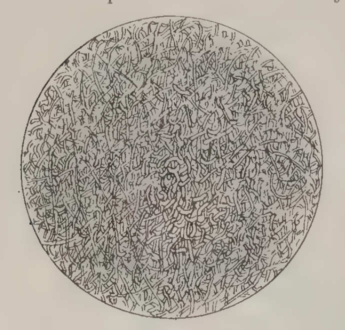


Fig. 63. — Condensation, plus avancée que dans la figure 62, des filaments mycéliens du *St. necator* en lames sclérotiques. (Grossissement : 300.)

Cette particularité ne se retrouve pas dans les cultures artificielles ; mais les tubes noirs isolés et surtout les agglomérations de ces tubes parallèles, associés en plus ou moins grand nombre comme dans la tige des vignes eschées, ne sont pas rares dans l'épaisseur de l'amadou.

Sclérotes.

Cordons. — Les agglomérations des gros filaments noirs, parallèlement associés, forment des cordons d'un noir foncé, aussi bien à l'état naturel qu'en cultures artificielles au centre des amadous jaunâtres des deux milieux (fig. 56). Les filaments extérieurs ou ceux du sommet du cordon se détachent latéralement par leur pointe de l'ensemble de l'agglomération qui constitue un vrai sclérote. Nous insistons sur le fait que ces cordons sclérotiques sont plus fréquents dans l'amadou des vignes apoplexiées que dans celui des cultures en milieux artificiels. Leur diamètre est de 120 à 500 μ ; leur longueur est variable et peut avoir plusieurs centimètres. Deux ou trois cordons partent quelquefois en direction parallèle ou oblique d'un même nodule d'un noir intense qui forme leur base, à tissu très serré dont on distingue très difficilement les éléments.

Leur évolution ultérieure est identique cependant dans les deux cas. Les filaments mycéliens noirs et cloisonnés qui constituent le cordon, plus ou moins cylindrique ou aplati (fig. 56), en s'accolant intimement sur leur parcours rectiligne, se séparent, à diverses hauteurs, par leur sommet terminal, et très peu, du cylindre central. Chaque filament forme, à son extrémité, une seule conidie, de sorte que le cordon, si on le saisit à ce moment, paraît criblé sur tout son pourtour de conidies qui se détachent de bonne heure de leur support.

(1) J. DE SEYNES, II, Polypores (*loc. cit.*, 1888).

Nous n'avons pu déterminer à quel moment les cordons dans la vigne produisent ces conidies. Dans les cultures, où l'on peut mieux suivre l'évolution des cordons, on note leur présence dans l'amadou, quand il est condensé, au bout de un ou deux ans, en même temps que celle des lames, mais surtout dans le centre de la masse mycélienne. La formation des conidies n'a lieu, par contre, que dans les cultures anciennes, au bout de quatre ou cinq ans, lorsque le milieu nutritif ou liquide est épuisé. Dans la nature, il est probable que la fructification des sclérotes en cordon, ne doit avoir lieu aussi que sur les souches apoplexiées ou mortes depuis quelque temps, avant que l'amadou desséché ne se réduise en poussières qui sont disséminées avec les conidies mélangées.



Fig. 64. — Lames sclérotiques en feuilles du *St. necator*, noyées au sein de l'amadou dont les filaments forment, sur les deux faces et sur leurs bords, un gazon mycélien non condensé. (Grossissement : 200.)

Conidies. — Ces conidies (fig. 57 et 58), endoconidies ou macroconidies, comparées aux autres conidies que nous étudierons plus loin, ont un diamètre de deux à quatre fois plus grand que celui des filaments mycéliens qui les produisent à leur sommet ; elles ont une organisation très particulière que J. de Seynes a signalée, en partie du moins, pour le *P. sulphureus* (1). Celles du *St. necator* sont, contrairement à celles de ce Polypore, uniques sur le filament porteur ; elles sont assez grosses, mais aussi de dimensions variables ; leur diamètre transversal est de 6 à 6,5 μ, le diamètre longitudinal de 10 à 10,5 μ. Elles sont subsphériques, avec un côté un peu déprimé qui leur donne un aspect vaguement réniforme. La région par laquelle elles étaient insérées sur le filament conidifère est un peu rétrécie en vague pointe et garde, dans quelques rares cas, un tout petit fragment du filament porteur qui paraît être

(1) J. de Seynes, II, Polypores *loc. cit.*, 1888, pl. III, fig. 11 à 15).

plutôt en relation avec la membrane externe qu'avec la cloison intérieure. Les conidies sont simples, d'une teinte brun clair, avec quelques variations d'intensité de coloration correspondant assez à leurs différences de grosseur, les plus petites moins colorées.

Les conidies, étudiées à un fort grossissement, ont des caractéristiques à retenir (fig. 58). Leur membrane est très épaisse ; elle est double, la partie externe (fig. 58. A, *a*), deux fois plus épaisse que l'interne et incolore transparente, la partie interne (fig. 58. A, *b*), un peu colorée comme le contenu et d'une teinte plus intense. Ce seraient donc, comme le conçoit J. DE SEYNES, des endoconidies simples. Le centre de la conidie est occupé par une grosse vacuole (fig. 58, A, *c*) ; et, ce qui est assez particulier, cette grosse vacuole est comme encerclée, sur son pourtour et très régulièrement, par une couronne de très petites vacuoles (?), comme accolées sur le bord de la grande (fig. 58, A, *c*) et au nombre de 30 à 40 et sur toute sa surface (fig. 58. C). Nous n'avons pu en préciser la nature; elles sont constantes dans toutes les conidies et nous ne connaissons rien de comparable dans les conidies des autres Champignons.

Au moment de leur germination, la paroi externe des conidies se rompt comme éclatée et laisse échapper son contenu recouvert par la membrane interne ; vacuoles diverses sont fondues à ce moment dans le contenu cellulaire, et la conidie, libérée de son enveloppe externe, germe en émettant un filament mycélien, plus gros de diamètre à sa sortie de la conidie et s'effilant bientôt en filament comparable à celui du fin mycélium blanc.

Lames. — Les sclérotes en lames, contrairement aux cordons, sont plus fréquents dans les cultures artificielles que dans le tronc des ceps amadouvés ; mais ils ne sont pas rares dans ceux-ci, et c'est par ces lames, cueillies aseptiquement dans l'amadou des vignes apoplexiées, qu'ont été réalisées nos premières cultures dans le laboratoire.

Leur formation et leur évolution sont faciles à préciser (fig. 29 à 33 et 61 à 64). Les fins filaments mycéliens, jaunâtres, de l'amadou, s'enchevêtrent, en certains points des cultures, de plus en plus (fig. 17, 29 à 33 et 61 à 64); leur condensation progressive et leur cloisonnement intense, se produit sur une épaisseur moyenne de 150 µ et sur une surface très variable d'étendue, formant parfois calotte en surface, ou un plan dans l'épaisseur de la trame mycélienne, à travers tout le diamètre des vases de culture. Ce cloisonnement et cette condensation aboutissent à un faux tissu (fig. 62, 63, 64), où chaque élément, très petit, un peu irrégulier, mais à forme de tendance circulaire comprimé sur son pourtour, garde au plus le diamètre, dans les divers sens, du petit filament mycélien de l'amadou. Plusieurs épaisseurs de ces petites cellules sont ainsi superposées et forment une lame, un feuillet mince, avec rares mélanges de petits fragments de filaments (fig. 64). La teinte se fonce de

plus en plus en noir, et, dans la lame adulte, la coloration est tellement intense qu'il est difficile d'en apercevoir les tout petits éléments qui la composent.

La lame sclérotique ne forme toujours pas un plan unique ; des lames secondaires peuvent dévier en diverses directions de la lame principale, s'enchevêtrer même (fig. 30, 31, 32). Il n'est pas rare d'observer encore des lames qui couvrent un ensemble de tubes sporifères.

Un caractère constant pour toutes ces lames est celui des filaments mycéliens de l'amadou, à teinte bien moins foncée, qui partent de la partie inférieure de la lame qu'ils ont formée en se condensant, comme des poils flexueux mais à direction rectiligne (fig. 64). L'on pourrait croire que ces filaments sont émis par les petits éléments du sclérote en germination ; c'est l'inverse qui a lieu.

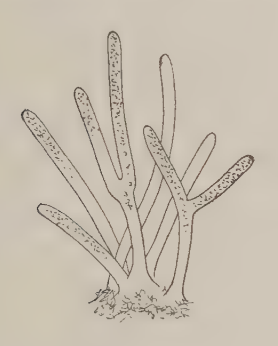


Fig. 65. — Filaments mycéliens à protoplasme finement granuleux, origine des petites endoconies incolores des tubes conidigènes et des lames sclérotiques du *St. necator*. (Grossissement : 900.)



Fig. 66. — Fragment d'un tube conidigène, avec nombreuses petites endoconidies incolores, entremêlées à des filaments mycéliens, du *St. necator*. (Grossissement : 500.)

Ces lames, mises à l'air ou restées dans la tige de vigne, finissent par se dissocier et se réduire en poussière comme le reste de l'amadou au sein duquel elles ont pris naissance. Mais la poussière d'amadou est inerte et morte. Les fragments du sclérote en lame, par contre, mis dans des conditions favorables d'humidité ou de température, germent en produisant des fructifications en tout point semblables à celles des tubes conidifères. La teinte noire charbonnée et intense des petits éléments de ces lames conidifères ne nous a pas permis d'en voir la constitution anatomique cellulaire. La germination des fragments en conidiophores a été reproduite souvent et ne laisse aucun doute sur leur évolution.

Il n'est pas douteux que ces lames, dissociées en poussière dans la nature, sont l'élément essentiel, plus important même que celui des spores des cordons, de la dissémination de la maladie ; ce sont elles qui, à notre avis, sont la base dominante de la reproduction du parasite et de sa propagation à distance.

D'autre part, ces lames, isolées de l'amadou de nos cultures, ou de celui des vignes apoplexiées, ont été conservées, à l'abri de l'humidité, pendant plusieurs années. Certaines ont été remises en culture au bout de un, deux, trois,

quatre et jusqu'à onze ans, et leur germination en conidiophores a été presque toujours réalisée. Ces sclérotes en lames sont donc un élément essentiel de conservation et de perpétuation du *St. necator*.

Je rappelle que les grandes masses de culture se détachant du fond des vases, par épuisement du liquide, se couvrent parfois d'une couche d'un blanc mat qui n'est que le résultat d'une fructification abondante de conidiophores, faite aux dépens d'une lame sclérotique qui s'était constituée sur le mycélium inférieur de l'épaisse trame mycélienne (fig. 33 et 17). Ces conidiophores sont identiques à ceux des lames et à ceux des tubes conidigènes.

Tubes conidigènes.

Nous avons exposé les conditions spéciales dans lesquelles évoluent, par action physique, les tubes dans la trame mycélienne épaisse et condensée en cultures artificielles. La production de ces tubes à lumière irrégulière, dont l'ouverture extérieure forme de nombreux cratères (fig. 22 à 28) à la surface de l'amadou, peut être obtenue et reproduite à volonté et en quantité dans les conditions de milieu nutritif que nous avons décrites.

Leur constitution anatomique diffère peu de celle des lacunes sporifères (fig. 59) que l'on constate, plutôt rarement, dans le centre de l'amadou des vignes détruites par l'Esca, avec cette différence que la paroi du tube est sclérotique et plus condensée que celle des lacunes. Ces lacunes sporifères dans la trame mycélienne ne sont pas spéciales au *St. necator*. J. DE SEYNES (1) les a signalées pour divers Polypores, et rapportées à des formes mycologiques décrites sous le nom de *Ceriomyces*. Les lacunes normales du *Stereum* de l'Esca en rappellent les allures, mais sont différentes par les caractères des conidiophores.

Le tube conidigène, creusé dans la trame mycélienne condensée, en culture ou dans le tronc du cep de vigne, sous forme irrégulière de lacune close qui s'ouvre plus tard en cratère, est bordé par des filaments mycéliens incolores et très serrés qui partent de chaque côté de la paroi tubulaire. D'organisation identique aux lames sclérotiques, certains, à calibre très étroit, se répandent dans le vide du tube ou de la lacune, en direction plutôt rectiligne sans enchevêtrements accusés, comme des poils infertiles, peu serrés et laissant la lumière, irrégulière et non cylindrique du tube ou de la lacune, vide en grande partie (fig. 60).

Conidiophores. — Partant de la paroi interne, et sur tout son pourtour, des filaments mycéliens plus rigides se détachent, ou simples ou bifurqués à une petite distance de leur base (fig. 65). Ces filaments conidiophores sont à

(1) J. DE SEYNES, II, Polypores (*loc. cit.*, 1888, pl. V, fig. 4 et 7, 14 et 16 pour le *Ceriomyces campestris* et pl. VI, fig. 1, 2, 4, 6, 7, pour le *Polyporus biennis*).

diamètre un peu plus grand que celui des filaments de l'amadou central. Mais ils s'en différencient en ce qu'ils sont d'un blanc transparent, à membrane incolore moins épaisse et à contenu cellulaire protoplasmique pourvu de très fines granulations très serrées et très nombreuses, sans aucune vacuole. A ce moment ne se dessine aucune cloison ; le contenu est régulier et bien homogène. Les fructifications conidifères des lames scléroïdes, semblables d'ailleurs à celles de la paroi des tubes, aussi bien que celles qui tapissent le dessous des cultures en dessiccation, et signalées plus haut, ont les mêmes caractères et les mêmes modalités ainsi que la même évolution ultérieure des conidiophores.



Fig. 67. — Filaments mycéliens des tubes et des lames sclérotiques à petites endoconidies incolores du *St. necator*. (Grossissement : 1 200.)

Ceux-ci rétractent leur protoplasme intérieur en plusieurs segments dans lesquels les granulations sont encore plus condensées, et qui s'éclaircissent peu à peu, le contenu formant un tout homogène et translucide, qui s'entoure d'une membrane propre très transparente et plus brillante que celle du filament générateur (fig. 67).

Endoconidies. — Il se constitue ainsi, dans l'intérieur des filaments (fig. 67 et 68) conidigènes, de petites spores internes, de vraies endoconidies sphériques, légèrement subovoïdes, de 1 à 1,5 µ de diamètre, donc extrêmement petites, qui sortent par fusion mucilagineuse de la paroi du filament ; elles remplissent le tube (fig. 66), entremêlées aux filaments mycéliens stériles déjetés dans tous les sens, ou les lacunes au sein de l'amadou, auxquelles elles donnent un aspect grisâtre ; elles recouvrent, dans le cas des lames sclérotiques, toute leur surface. Les conidies sont en nombre très variable dans les filaments producteurs, depuis 3 et 4 jusqu'à 12 (fig. 67). Ces endoconidies (fig. 68, *b*, *b*), sont généralement libérées de leur enveloppe; quelques-uns gardent rarement un petit fragment (fig. 68, *a*, *a*) qui leur donne une forme un peu effilée, réunies, dans ce cas, par deux, trois ou plusieurs par le filament rétréci à leur séparation et appliqué à leur surface. Elles germent rapidement dans l'eau en émettant un fin filament, incolore et très petit au sortir de la conidie et qui acquiert, à peu de distance, le diamètre, d'ailleurs très réduit, du mycélium blanc.

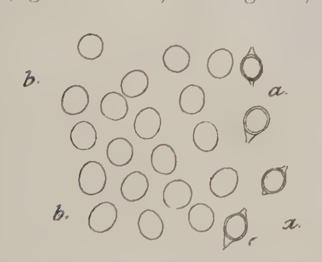


Fig. 68. — Petites endoconidies incolores du *St. necator* ; *b*, *b*, endoconidies isolées et dégagées de la membrane générale du filament conidigène ; *a*, *a*, endoconidies avec fragment adhérant du filament producteur. (Grossissement : 1 500.)

A cause de leur contenu homogène et réfringent et de leurs microscopiques dimensions, il n'est pas possible d'analyser leur contenu; leur membrane paraît cependant relativement épaisse quoiqu'elle se distingue difficilement du contenu. Mises en cultures favorables, elles reproduisent le mycélium blanc caractéristique du *St. necator*, et, ultérieurement, l'amadou et les diverses formes végétatives du parasite.

Nous avons essayé de préciser leur durée germinative ; mais dans les quelques essais faits, difficiles à réaliser à cause de leurs faibles dimensions, leur germination s'est produite peu de temps après leur sortie des filaments conidigènes, soit de ceux des tubes sporifères, soit de ceux évolués par les lames sclérotiques ou les lacunes intra-amadouviennes. Toutes les endoconidies, conservées en milieux secs et un mois après leur formation, restent inertes, quelle que soit leur provenance.

Les grosses conidies brunes des cordons scléroïdes et les fragments poussiéreux des sclérotes en lames, ceux-ci donnant plus tard des endoconidies, végètent, après de très longs repos, quand le support et les conditions physiques sont favorables. Ils nous paraissent donc être les organes essentiels de dissémination et d'invasion du *St. necator*. Sur les endoconidies surtout, au moment de leur production par les filaments conidigènes sur les lames, ou encore sur les grosses conidies brunes des cordons, mais seulement au moment de leur germination au printemps, les agents toxiques devront avoir plus d'action que sur les fragments sclérotiques des lames dissociées et disséminées dans le vignoble.

POLYPORUS IGNIARIUS

La plupart des auteurs qui ont étudié, à l'origine, l'Esca ou apoplexie parasitaire, ont pensé, et moi comme les autres, que le *Fomes igniarius* (*Polyporus igniarius*) en était la cause exclusive. Les fruits de ce Polypore n'avaient pas été souvent observés sur la vigne, mais les cultures de la partie végétative du

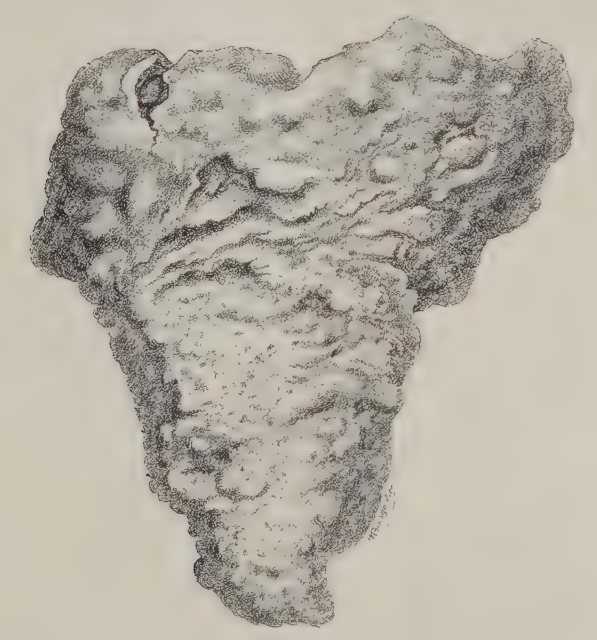


Fig. 69. — Fruit du *Fomes igniarius* sur tronc de vigne du Roussillon, face extérieure. (Réduction de moitié.)

Champignon prise dans le bois décomposé semblaient rapprocher l'Esca de ce que l'on connaissait pour le Faux-Amadouvier (*F. igniarius*) et pour son action sur les arbres feuillus. L'observation plus fréquente des fruits du *Stereum* sur les ceps atteints de l'Esca, les caractères si spéciaux du mycélium, des sclérotes et des divers conidiophores qui en résultent, nous permit, sur les renseignements et les conseils de M. N. Patouillard, de débrouiller enfin cette question délicate de cause spécifique et de spécification et de confirmer, sans plus aucune hésitation, que le parasite de l'Esca était une Théléphorée, un *Stereum* que nos études ultérieures permettaient de séparer du *Stereum hirsutum* auquel il avait été toujours rapporté et de le spécifier.

Le *F. igniarius* attaque sûrement, quoique exceptionnellement la vigne. J'ai pu l'observer nettement, par ses fructifications, quatre fois dans une longue période, mais deux fois seulement sur des souches encore vivantes (Nanterre et Pyrénées-Orientales) (fig. 69, 70, 71). Est-ce bien la même espèce qui attaque les arbres feuillus ? Si l'on considère seulement les fruits que j'ai

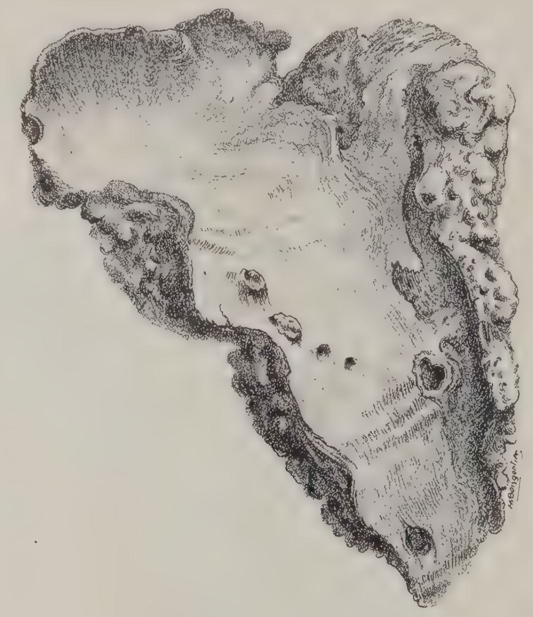


Fig. 70. — Fruit du *F. igniarius*, face appliquée contre la tige ; même fructification que la figure 68. (Réduction de moitié.)

observés sur la vigne, l'on pourrait en douter, surtout si on les compare à ceux des arbres (fig. 72 à 77). Mais en l'état actuel de mes observations trop rares, je ne puis qu'admettre l'analogie sinon l'identité de l'espèce sur arbres et sur vignes.

J'ai pu suivre, pendant plusieurs années, dans le domaine d'Armainvillers, aux environs de Paris, l'évolution du *F. igniarius*. L'arbre attaqué avait donné de nombreuses fructifications énormes ; la figure 77 représente l'une d'elles de 35 centimètres de diamètre et 20 centimètres de hauteur, pesant encore, douze ans après avoir été cueilli, 2k,625. Les couches annuelles de poussée y sont nettement marquées et les pores sur sa face inférieure, très visibles, y forment un vrai crible (fig. 74, 74 *bis*, 76, 77). Le centre du tronc du Peuplier, en partie vidé, sur l'arbre encore vivant, était réduit, non en amadou, mais en charpie, formée par le bois dissocié mélangé au mycélium, un peu comme le fait le vrai *Stereum hirsutum* du Chêne. Les basides et les basidiospores y sont nombreuses, avec cystides (fig. 75).

Le mycélium, cultivé par la méthode du bouturage, cueilli sur ce peuplier

en observation, et cultivé sur les divers milieux comparativement avec celui du *St. necator*, ne donne jamais que des filaments d'un blanc neigeux, jamais

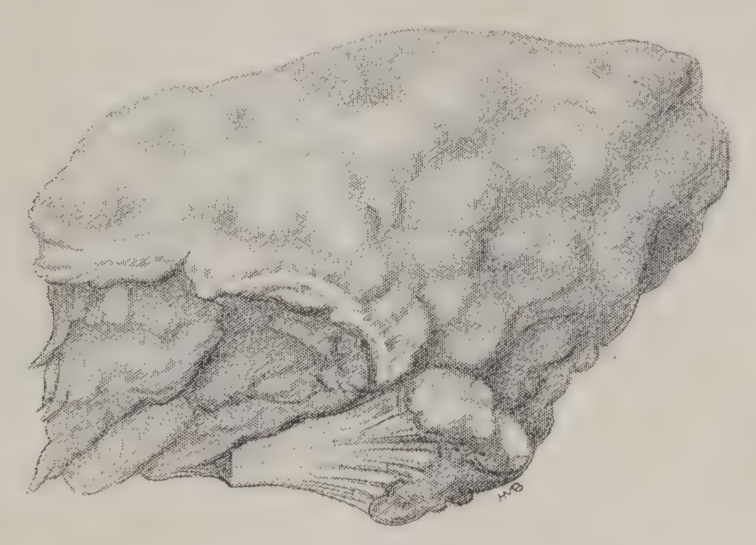


Fig. 71. — Fruit du *F. igniarius* cueilli sur une vigne des forceries de Nanterre. (Grandeur nature.)

jaune et s'il forme parfois des trames assez serrées et blanchâtres ou blanc grisâtres, il ne donne jamais un vrai amadou. C'est d'ailleurs le même aspect que

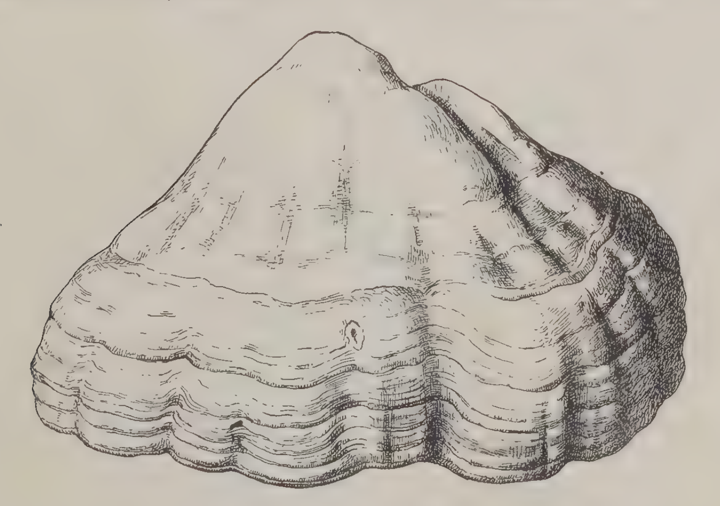


Fig. 72. — Fruit du *F. igniarius* du Peuplier. (Réduction des deux tiers.)

présentent, très légèrement colorées en jaune, les bouturages mycéliens du *St. hirsutum* ; ceux du *P. sulphureus*, cultivés dans les mêmes conditions, ont une coloration un peu plus accentuée en jaune clair. Mais dans toutes ces

cultures, je n'ai jamais obtenu ni sclérotes, cordons ou lames, ni conidiophores à endoconidies.

Je n'ai pas l'intention de faire la monographie du *Fomes igniarius* (L.)



Fig. 73. — Aspect des fruits du *F. igniarius* du Peuplier, implantés sur l'arbre.

Fries (*Boletus igniarius* L., *Boletus obtusus* Persoon, *Polyporus fulvus* Scopoli, *Polyponus pomaceus* Pers) que je considère comme un parasite accidentel de

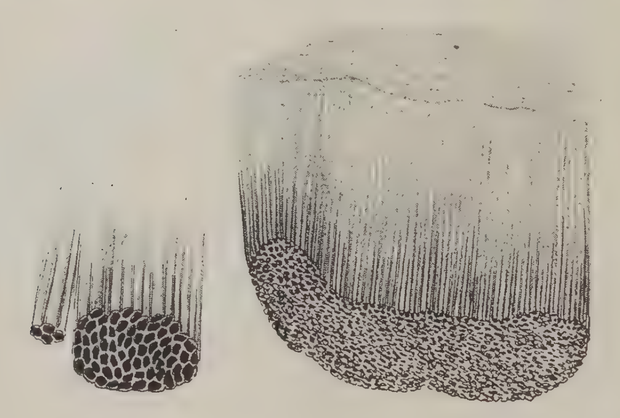


Fig. 74. — Fruit du *F. igniarius*, montrant la disposition des tubes du Polypore. (A gauche, grossissement : 5/1 ; à droite, grandeur nature.)

la vigne, mais qui est fréquent, comme parasite, sur Peuplier, Charme, Saule, Hêtre, Chêne, arbres fruitiers, Pommier, Poirier... et qui me paraît, dans bien

des cas, n'être qu'un parasite indirect sur les bois morts de ces essences, d'où il peut gagner ensuite le bois vivant. Son évolution est, si j'en juge par les observations faites sur le Peuplier d'Armainvillers, aussi lente que celle du *St. necator* sur la vigne. Et je crois bien qu'il ne produit jamais la mort brusque, l'apoplexie des arbres envahis. Cette opinion n'aurait qu'une exception contraire pour la vigne, celle que j'ai rapportée pour le cep mort,



Fig. 74 *bis*. — Distribution des pores du *F. igniarius* du Peuplier. (Grandeur nature.)

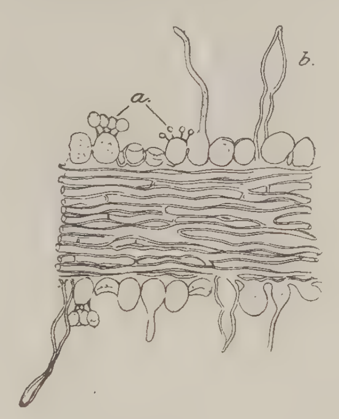


Fig. 75. — Coupe transversale de l'hyménium du *F. igniarius* dans la paroi d'un tube ; *b*, cystides ; *a*, basidiospores et basides. (D'après R. HARTIG. Grossissement : 600.)

non brusquement mais en quelques jours, dans les serres de Nanterre.

Le doute sur l'identité du *F. igniarius* du Peuplier et des arbres feuillus (fig. 72 et 73) et celui authentique de la vigne (fig. 69 à 71) est permis quand

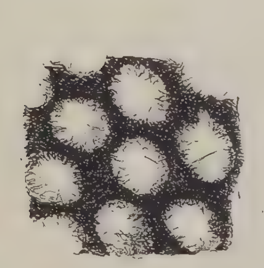


Fig. 76. — Coupe transversale à travers les tubes de l'hyménium du *F. igniarius* du Peuplier. (Grossissement : 100.)



Fig. 77. — Partie de la figure 76, avec deux tubes à basidiospores remplis de filaments mycéliens, mais sans basidiospores et rappelant les tubes conidigènes du *St. necator*. (Grossissement : 300.)

on compare les fruits de cette espèce cueillis sur les divers hôtes. L'identification spécifique, faite sur nos échantillons par M. N. PATOUILLARD, dont l'autorité particulière ne peut être mise en doute, en est la garantie.

Le fruit du *F. igniarius*, récolté sur vigne dans les Pyrénées-Orientales, a un aspect bien différent du fruit récolté sur le Peuplier d'Armainvillers ; il en est de même de celui poussé sur la vigne de Nanterre, et poussé avant la

mort du cep. Le fruit de la vigne du Roussillon (fig. 69 et 70), de 18 centimètres de long sur 15 centimètres à son sommet et d'une épaisseur de 2 centimètres, fortement mamelonné, dur comme du bois et aussi dur d'ailleurs que le fruit (fig. 72) récolté sur le Peuplier, ne rappelle en rien la forme de ce dernier. Il est fortement mamelonné, percé de pores, bien moins nombreux, sur la déclivité des mamelons tournés vers sa pointe. Les pores sont souvent stériles, les basides y sont rares, mais rappellent celles de l'*igniarius* du Peuplier (fig 75) par leur forme arrondie, entremêlées de cystides plus courts. Quant au fruit récolté à Nanterre, son aspect général (fig. 71) rappellerait davantage, en petit, l'énorme fruit de l'*igniarius* du Peuplier, quoique l'aspect en soit bien différent ; je dois ajouter cependant que le *F. igniarius* a parfois, sur le Peuplier, des fruits petits et ramassés un peu comme ceux de la vigne de Nanterre. Mais la comparaison permet des doutes sur l'identification du Polypore de la vigne avec celui des arbres feuillus et plus spécialement du Peuplier. Je n'ai pu, faute d'éléments aptes aux cultures en milieu artificiel, élever le Polypore de la Vigne comme je l'ai fait pour le Polypore du Peuplier.

POLYPORUS HISPIDUS.

Le *Polyporus hispidus* Fries (*Xantochrous hispidus* F., *Boletus velutinus* Sowerb., *Boletus hispidus* Bull.) est un parasite grave des Mûriers dans le



Fig. 78. — Fruit du *Polyporus hispidus* sur tronc de vigne. (Grandeur nature.)

Midi de la France, et aussi du Pommier, Poirier, Noyer, dans les régions du Nord. J'ai dit que je ne l'avais observé qu'une seule fois sur une souche morte contiguë, à Cavalès dans le Gard, à une allée de Mûriers fortement parasitée

depuis plusieurs années par cette espèce (fig. 78, 79 et 80). C'est donc un

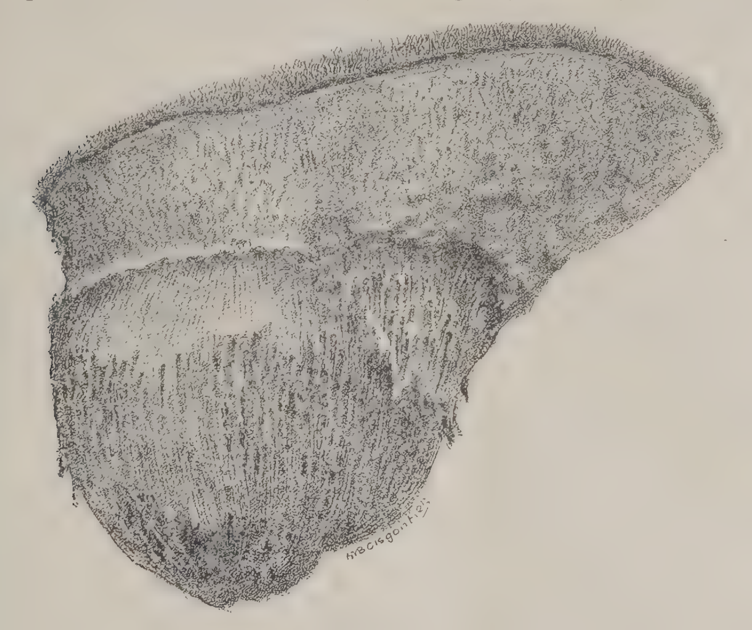


Fig. 79. — Fruit du *P. hispidus*, sur tronc de vigne, avec cavités dans le tissu sous-hyménial. (Réduction d'un quart.)

simple accident exceptionnel, et il ne me paraît pas que l'on doive s'en préoc-

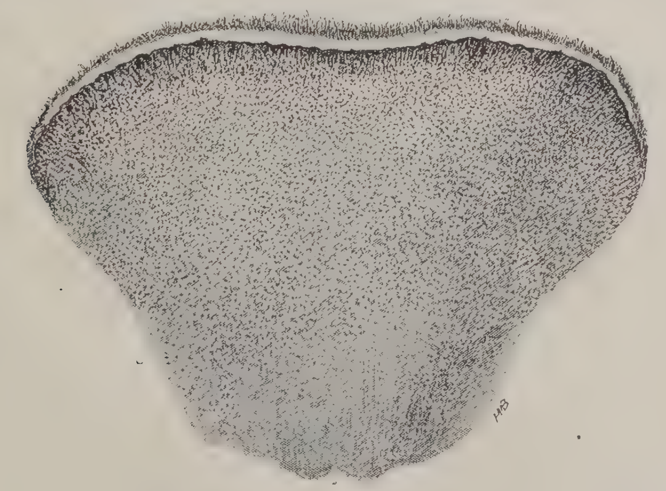


Fig. 80. — Fruit du *P. hispidus* sur tronc de vigne ; ponctuations indiquant les pores. (Réduction d'un quart.)

cuper pour la vigne. Les caractères sont faciles à reconnaître, car cette espèce fructifie en abondance sur les arbres qu'elle attaque ; ses gros fruits sont faciles

à spécifier par leur aspect noirâtre et la couche de poils d'un brun sombre allongés, qui recouvre d'un tapis uniforme et dressé toute sa face supérieure (fig. 79 et 80) ; la face inférieure est percée de nombreux pores, ouvertures des tubes à basidiospores, tubes grands et très réguliers. Je veux seulement retenir que la culture par bouturage des tissus pris dans le centre du fruit, facilement réalisable, ne donne ni sclérotes (cordons ou lames), ni amadou, ni conidies diverses, dans les divers milieux artificiels.

Ce sont ces différences d'évolution mycélienne entre le *St. necator* de l'Esca, et les autres espèces que j'ai cultivées. *P. igniarius* du Peuplier, *P. hispidus* du Mûrier et par accident de la vigne, et j'ajoute *P. sulphureus*, que j'ai voulu préciser.

VI. — TRAITEMENTS DE L'ESCA

La lutte contre le parasite qui cause la maladie de l'Esca, le *St. necator*, a été pratiquement définie avant que ne fut connue et précisée sa biologie. Comme pour bien d'autres maladies, le hasard, intelligemment interprété, a mis entre les mains des praticiens une arme sûre et certaine qu'on n'a eu qu'à perfectionner. Ce que nous pouvons affirmer, dès maintenant, c'est que cette lutte est assurée d'un succès certain lorsqu'elle est bien conduite. Si la maladie de l'Esca est sans doute une maladie très ancienne, la découverte fortuite de son traitement efficace est toute récente et ne date que de quelques années. Une observation assez généralisée, sans que l'on puisse en déterminer le ou les auteurs, avait vaguement mis sur la voie qu'ont définie ensuite et précisée les recherches de laboratoire, complétées par l'expérimentation méthodiquement conduite. Ce sont des Concours de traitement contre la Pyrale qui ont donné le premier indice de l'efficacité des arsénicaux non seulement contre cet insecte, mais aussi contre les cas d'apoplexie. Maints viticulteurs avaient remarqué, peu à peu, que les vignes traitées contre la Pyrale par les composés arsenicaux présentaient des cas moins nombreux d'apoplexie. Ce premier indice s'était ensuite confirmé, une fois que l'attention avait été éveillée par les premiers Concours des pyralicides dans le département de l'Aude. Et les recherches de laboratoire d'abord, l'expérimentation scientifique ensuite, apportaient les précisions nécessaires et certaines qui fixaient et la valeur et la modalité des traitements contre l'Esca. Mais avant d'exposer l'une et l'autre, et de donner les moyens efficaces et certains, plus certains peut-être que pour bien d'autres affections de la vigne, de lutte contre l'Esca, il est nécesiasre de discuter, ou de rappeler tout au moins, les diverses tentatives directes ou indirectes de lutte dans le temps (1).

Plaies de taille. — L'invasion du parasite de l'Esca pour la vigne, comme celle d'ailleurs de nombreux Champignons du même groupe que le

(1) Sur cette question de première origine de l'emploi des arsenicaux contre la Pyrale, d'où est dérivée l'observation accidentelle de leur efficacité contre l'Esca, notre collaborateur, M. O. Sarcos, nous écrit de Carcassonne en réponse à notre demande :

« C'est M. Arnal, droguiste à Carcassonne, qui employa, je crois, le premier, l'arsenic pour lutter contre la Pyrale. Il présenta, en 1903, à un concours organisé dans notre ville par la Société départementale d'Agriculture de l'Aude, une émulsion à base d'arsenic, avec laquelle il badigeonna 300 souches (*Revue de Viticulture*, février 1903, page 228). Cet essai ne fut pas heureux, les trois quarts des pieds moururent. M. Arnal avait mis trop de corps gras et trop d'arsenic dans son émulsion.

« Il ne se découragea cependant pas, il refit sa formule et, l'année suivante, il obtint un assez bon résultat à un concours organisé aussi à Carcassonne par la Société Centrale d'Agriculture de l'Aude. (*Revue de Viticulture*, 1er décembre 1904, p. 605 et suivantes.)

« Entre temps, j'avais moi-même repris les essais de M. Arnal et après bien des tentatives, j'étais

St. necator pour diverses plantes, a lieu par les plaies de taille et blessures diverses, qui mettent à nu les tissus et sont la voie de pénétration pour ces parasites; j'ai montré que, pour l'Esca, l'invasion par les écorces ne pouvait avoir lieu. De là, les conseils bien anciens, de la part des auteurs qui ont écrit sur la taille, de réduire au maximum, par des procédés divers, la surface des plaies que nécessite l'opération culturale annuelle de la taille ou, pour les arbres, celle moins fréquente de l'élagage des grosses branches.

Mais, en nous limitant à la vigne, divers systèmes ont été proposés pour réduire au minimum les plaies de taille et leur surface ; tels les systèmes suisses, ceux de Dezeimeris, Jules Guyot, et plus récemment le système Poussard ; et le conseil, de tout temps, de limiter, le plus possible, les ravalements des branches charpentières et de les prévenir par des tailles annuelles appropriées.

Le conseil des forestiers de couvrir les grosses plaies d'élagage, repris par les viticulteurs pour les grandes plaies de taille de la vigne, par des produits divers (antiseptiques à base de goudron ou de produits phénolés, matières inertes formant enduit...), pour les mettre à l'abri de l'air extérieur, était un complément pratique, souvent irraisonné, d'aseptiser la plaie dans le présent ou dans l'avenir et de prévenir les invasions parasitaires. Ce sont, en principe, précautions pratiques dont dispensent, pour la vigne, les traitements bien établis aujourd'hui pour l'Esca. Si l'aseptisation des plaies n'est pas indispensable dans la pratique actuelle, puisque les traitements arsenicaux en remplissent le rôle, la nécessité culturale de réduire le nombre et la surface des plaies de taille reste une excellente pratique à mettre toujours en œuvre.

Traitement chirurgical. — Ce titre peut jurer pour une plante ; il répond bien à la réalité, car c'est une vraie opération chirurgicale que comportent

arrivé à la formule couramment employée depuis, dans laquelle il y avait 7 p. 100 d'arsenic dissous, grâce à la présence de 6 p. 100 de carbonate de soude et 12 p. 100 de savon mou. C'est cette formule qui constitua le Pyralion lancé par la maison Schlœsing de Marseille.

« A l'usage, on constata que l'arsenic était efficace contre l'apoplexie, mais je ne saurais vous dire qui le premier fit cette remarque... »

D'autre part, M. Keller, administrateur de la Maison Schlœsing, nous écrit en réponse à notre question sur le premier emploi des arsénites alcalins contre la Pyrale :

« Le Pyralion Schlœsing, ou plutôt la première formule du Pyralion Schlœsing date du commencement de l'année 1904. L'enregistrement de la marque de fabrique « Pyralion Schlœsing » demandée en décembre 1904, fût accordé le 12 janvier 1905. Notre première formule de Pyralion, ou Pyralion ordinaire, qui s'employait à raison de un volume du liquide dans deux volumes d'eau, était ainsi composée.

Acide arsénieux	2 parties.
Savon	5 —
Glycérine	1/2 —

« Ce Pyralion avait le double inconvénient de causer parfois des brûlures par suite de réactions chimiques incomplètes et de coûter relativement cher, soit comme transport, soit comme traitement, en raison de sa trop faible concentration.

« Après de nombreuses tentatives souvent infructueuses, notre service de recherches parvint enfin à mettre sur pied, en 1914, une nouvelle formule qui supprimait les inconvénients ci-dessus et rendait en outre, beaucoup plus régulière l'efficacité du produit obtenu. Ce nouveau Pyralion, ou Pyralion concentré Schlœsing, renferme par litre, 250 grammes d'arsenic correspondant à 330 grammes d'acide arsénieux, sous la forme de : 360 grammes d'arsénite monosodique et 150 grammes d'arsénite bisodique. »

d'anciens procédés orientaux de traitement pour la maladie de l'Esca.

J'ai rapporté la pratique des vieux vignerons grecs pour le traitement de la forme de l'Esca à feuilles jaunes en terrains non calcaires. Ce procédé, je le rappelle, consiste à fendre le tronc en son centre au point de jonction des branches principales, et à maintenir la fente ouverte en y introduisant une assez grosse pierre. J'ai dit aussi mon opinion que l'aération de la plaie amenait la destruction du mycélium amadouvien, qui est plutôt anaérobie, et dont les pluies ou les brouillards peuvent compléter la destruction. Il est évident que c'est là un procédé qui ne peut entrer dans la pratique courante, même pour les ceps à feuilles jaunes ou à feuilles présentant les caractères spéciaux (Pl. 3) de la maladie à lente évolution en terrains secs et arides.

Pas plus pratiques ne sont les autres procédés chirurgicaux, cependant efficaces. M. L. Ravaz et Ch. Pavlow (1) ont, les premiers, indiqué le procédé du curetage des souches amadouvées, usité depuis longtemps dans les vignobles de l'Asie Mineure, et plus spécialement dans ceux des environs de Smyrne. M. L. Ravaz a expérimentalement essayé le procédé et en a constaté les résultats concluants. Il consiste à ouvrir le tronc ou le bras du cep malade que l'on reconnaît aux caractères spéciaux des feuilles; impossible évidemment de distinguer les ceps menacés d'apoplexie, car aucun symptôme extérieur ne les révèle. Dans les bois mis à nu, l'opération chirurgicale consiste à enlever par une curette très tranchante toute la partie amadouvée jusqu'au bois sain, à aseptiser la plaie ensuite sur toute sa surface par goudron, arsenites... et à récoller, en les ligaturant, les deux membres de la plaie ainsi curetée, à moins qu'on ne puisse l'atteindre sans ouvrir la souche. M. Poussard a, en outre, obtenu des résultats en curetant les ceps malades et en remplissant ensuite le vide laissé par l'opération par de la terre délayée dans l'eau et coulée dans le trou fait sans ouvrir la souche pour l'opération (2).

Tout ce que nous avons dit sur la biologie du *St. necator* permet de comprendre l'efficacité de ce procédé un peu brutal ; l'essentiel pour cela est que tous les tissus malades, amadou et bois, soient entièrement enlevés jusqu'à la limite externe noirâtre qui entoure cet amadou, puisque le mycélium ne pénètre pas au delà vers le bois sain. L'efficacité de cette opération chirurgicale, affirmée par l'ancienne pratique des vignerons asiatiques et par les expériences concluantes de M. L. Ravaz, ne peut être mise en doute. Elle est d'une application impossible ou du moins difficilement réalisable dans le grand vignoble.

Traitement curatif et préventif. — Au moment où, dans le vignoble, l'on commençait à percevoir les premiers indices accidentels de l'action des traitements de la Pyrale par les arsénites alcalins contre l'apoplexie, en constatant une moindre mortalité des ceps dans les vieilles vignes ainsi traitées, je

(1) L. Ravaz et Ch. Pavlow, Sur le folletage ou apoplexie (1906, *loc. cit.*).
(2) R. Lafon, L'apoplexie, méthode Poussard (*loc. cit.*, 1921, p. 84, fig. 63).

poursuivais mes études de l'Esca en cultures sur milieux nutritifs. Et j'essayais, sans idée préconçue, divers corps toxiques incorporés à ces cultures. L'acide arsenieux, les divers composés phénolés, le sulfate de cuivre... étaient, à des doses variées, ajoutés aux milieux nutritifs les plus favorables au *St. necator*. J'avoue, car je ne pouvais être fixé alors sur les premières observations des viticulteurs relatives aux traitements de la pyrale, que je ne pensais pas que les composés arsenicaux pussent avoir une action sur le mycélium de l'Esca. J'y étais d'autant moins enclin qu'avec mon regretté ami, Dr CHARRIN, professeur au Collège de France, nous avions pu entraîner le parasite du Black Rot (*Guignardia Bidwellii* Viala et Ravaz) à des doses progressives de divers composés arsenicaux, comme je l'avais fait pour le sulfate de cuivre. Je ne pensais donc pas qu'un parasite tel qu'un Basidiomycète, à mycélium mieux organisé, me semblait-il, que celui du Black Rot, put être plus sensible à l'action de l'arsenic et des composés arsenicaux. Et ceci d'autant plus que les grands ballons de culture à milieu nutritif, exclusivement liquide, additionnés de faibles doses de sulfate de cuivre n'arrêtaient pas le développement de la trame mycélienne, s'ils la gênaient cependant.

Or, tous les vases dans lesquels on avait incorporé des doses variables d'arseniate de soude, et surtout d'acide arsenieux ne montraient, au bout de un, deux, trois et quatre ans, aucune trace de végétation mycélienne, de même, à certaines doses, les composés phénolés ordinaires ou du commerce. L'expérience fut renouvelée à plusieurs reprises, surtout avec l'acide arsenieux et plus tard avec les arsenites alcalins (de soude ou de potasse) soit purs, soit préparés par le commerce contre la Pyrale. Le résultat fut constant. Avec des traces d'acide arsenieux, aucune poussée mycélienne, sauf dans un cas sur lequel je reviendrai dans un instant; avec l'arseniate de soude, même observation; des traces d'arsenites alcalins laissaient se produire un début de développement du mycélium ensemencé qui s'arrêtait de bonne heure. Ce dernier cas se produisait aussi avec les composés phénolés purs ou du commerce. Et de ces nombreux essais quant à l'action, surprenante tout d'abord pour moi, je le répète, des composés arsenicaux, il résultait nettement que le maximum d'effet toxique était surtout produit par l'acide arsenieux à des doses très infimes. L'expérience confirmait ainsi nettement les vagues observations premières des viticulteurs.

Arsénites. Précautions hygiéniques. — C'est à la suite de ces premières constatations précises du laboratoire que je conseillai et fis expérimenter les arsénites dans le vignoble et que je donnai aux industriels le conseil de surcharger un peu leurs produits commerciaux d'acide arsenieux, en dépassant légèrement la dose nécessaire de cet acide pour neutraliser la soude surtout et au besoin la potasse.

Le commerce fabrique aujourd'hui d'une façon parfaite les arsénites

concentrés qu'on dilue diversement dans l'eau suivant les degrés de concentration commerciale, dilution indiquée par les divers fabricants. Ce sont des produits toxiques et très dangereux pour l'homme et j'estime que mieux vaut en laisser la fabrication à l'industrie. Leur emploi par le viticulteur nécessite des précautions hygiéniques dont il ne faut pas se départir, et auxquelles il est nécessaire, d'une façon absolue, d'astreindre les ouvriers vignerons : ne pas fumer, ne pas répandre le liquide contre le vent, se laver soigneusement les mains et le visage après chaque opération, avant chaque repas ou chaque buvette, rincer et laver à grande eau, tous les jours, les récipients et appareils et écouler les eaux de lavage dans le sol où ils doivent s'infiltrer et se perdre, couvrir les petites fosses creusées à cet effet ; bien boucler les produits dans une pièce où seuls les chefs puissent pénétrer... Ces précautions prises, aucun accident ne peut arriver, à moins que l'inadvertance ou le crime ne le provoquent, ce qui a malheureusement eu lieu. Mais ce n'est pas là une raison pour interdire comme l'ont proposé certains hygiénistes, l'usage d'un procédé d'une efficacité certaine et qui, s'il était interdit, laisserait le viticulteur sans défense contre une maladie de la vigne aussi grave que l'Esca. Les Américains n'ont jamais interdit, par mesure hygiénique, pas plus l'emploi des composés arsenicaux que celui, encore plus dangereux, de l'acide cyanhydrique !

La composition des arsénites alcalins a été indiquée par divers auteurs ; j'estime, comme je le disais, que l'on doit en laisser la fabrication à l'industrie. Les formules en sont un peu variables ; j'en citerai deux à titre de simple exemple : acide arsenieux : 20 kilogrammes ; carbonate de soude, 15 kilogrammes ; savon, 18 kilogrammes ; eau, 100 litres ; l'arsenic dissous à part et versé sur le carbonate de soude, dissous à part aussi, puis le savon (mieux du savon noir) délayé et versé en dernier lieu sur le premier mélange, le tout complété par l'eau disponible des 100 litres. Ce composé est dilué avant l'application dans 15 à 20 fois son volume d'eau ; la diluation doit être plus forte si la concentration du produit commercial est plus grande.

On a indiqué aussi une formule sans savon à raison de 20 kilogrammes de carbonate de soude et 20 kilogrammes d'acide arsenieux et 100 litres d'eau, diluée ensuite, avant l'emploi, dans 20 fois son volume d'eau. J'en considère la base comme inférieure à celle de la première formule que j'ai donnée en exemple. Je ne saurais trop insister sur la nécessité pour le viticulteur de ne pas préparer lui-même ce produit dangereux.

L'application est faite une seule fois sur la vigne en repos végétatif, après la taille et avant le débourrement ; sur les bourgeons en feuillaison, des brûlures se produiraient sûrement. Le composé d'arsenic, dilué à la dose indiquée par le commerce, est répandu par les pulvérisateurs, bien supérieurs, à tous les points de vue, aux tampons de chiffon ou aux pinceaux auxquels on doit renoncer. Le jet doit avoir un trou d'émission un peu plus grand que pour

les sulfatages pour que le liquide soit moins étalé, plus concentré sur le corps de la souche, il doit être aussi projeté avec une pression un peu moins forte. L'ouvrier doit viser sans doute toutes les plaies de taille, même celles de la taille annuelle; il est bon cependant d'humecter tout le corps de la souche, bras et troncs, car les arsénites ont une action nette contre la Pyrale et divers insectes, et aussi, si nous en jugeons par plusieurs expériences comparatives, une action relative même sur l'Eudémis.

Epoques et périodicité des traitements. — L'époque exacte du traitement est un peu discutée. L'on a cru, aux premières périodes de l'emploi des arsénites, qu'il était indispensable de traiter aussitôt après la taille, et, au plus tard huit jours après ; les plaies aussitôt faites par le sécateur et mouillées par le toxique auraient moins de chance d'être envahies. Les essais comparatifs faits dans le vignoble, ces dernières années, ont démontré que l'efficacité du traitement était aussi parfaite pendant toute la période qui suit la taille jusqu'au moment du débourrement. Cette conclusion pratique trouve son explication dans le fait que le toxique agit non seulement sur les germes qui peuvent être naturellement disséminés et déposés sur les plaies, mais qu'il pénètre les souches eschées depuis un temps plus ou moins long et non encore apoplexiées ; celles-ci sont sauvées par l'imprégnation de l'arsenic dans la masse mycélienne, nous en chercherons la modalité.

La pratique des traitements arsenicaux ne s'impose pas dans les vignes de tout âge. De tout ce que nous avons dit des caractères biologiques et du développement de l'Esca dans le temps, je rappelle que la vigne n'est sensible au *St. necator* qu'à partir d'un certain âge. Les vignes jeunes ne sont pas attaquées; ce n'est, en principe, qu'à partir de l'âge minimum de quinze à vingt ans que l'on peut commencer le premier traitement et le renouveler ensuite. Le mieux pour le commencer est de surveiller une vigne ou un vignoble planté dans son ensemble la même année, et dès qu'on aperçoit les premiers pieds apoplexiés ou à caractères secondaires de l'Esca, de procéder aussitôt au premier traitement.

Mais un seul traitement, une fois fait, ne suffit pas ; en tous cas un seul suffit dans l'année; il faut renouveler l'opération par la suite. Ici se pose la question décisive des traitements annuels ou des traitements distancés sur un plus ou moins grand nombre d'années. Le composé d'arsenic employé tous les ans dans le vignoble envahi par l'Esca ne peut évidemment que produire le maximum d'effet, aussi bien pour prévenir l'invasion que pour agir sur l'amadou. Les données acquises aujourd'hui par la pratique et nos divers essais dans le vignoble démontrent nettement qu'un traitement fait pendant deux années successives avec interruption d'une année, et à la rigueur une suppression pendant deux ans, permettent sûrement de juguler le mal ; d'ailleurs si l'on constatait des mortalités, on n'aurait qu'à reprendre le traitement interrompu.

Comment expliquer l'obligation de cette périodicité. C'est ici que nous devons rappeler une observation expérimentale qui fut un peu troublante dès l'abord.

Dans les cultures faites pour préciser l'action des toxiques sur le *St. necator*, et surtout celle des composés arsenicaux, conduites dans de grands récipients, deux d'entre elles (vases de 3 litres) largement ensemencées avec du mycélium blanc étaient restées inertes comme toutes les autres ; des traces d'acide arsenieux avaient été ajoutées comme aux autres. Mais ces deux cultures furent accidentellement infestées par du *Penicillium glaucum* et oubliées dans un coin de la salle de culture. Deux ans après, le *Penicillium* formait une large couche recouvrant toute la surface du liquide ; une tache blanche se dessinait au centre. Les cultures furent heureusement conservées ; à la troisième année, la tache blanche s'était agrandie et à la quatrième, un épais tapis dense d'amadou blanchâtre recouvrait la moitié de la surface du ballon de culture. Sur cette observation, l'expérience méthodique fut renouvelée dans le même milieu nutritif de culture et dans de plus petits récipients, avec addition de traces d'acide arsenieux, et ensemencement simultané de *Stereum* et de *Penicillium*. Et le même phénomène fut observé au bout d'un temps plus ou moins long. L'un des vases primitifs continue encore, au bout de onze ans, à produire lentement de l'amadou blanc grisâtre ; les vases témoins à acide arsenieux, non infestés par le *Penicillium*, n'ont jamais rien donné.

Quelle conclusion tirer de cette observation ? L'acide arsenieux, une fois détruit ou assimilé par le *Penicillium glaucum*, qui s'en accommode à ces doses comme le parasite du Black Rot, le *St. necator* a repris sa végétation. Il n'aurait donc été qu'en partie détruit, peut-être seulement enrayé, comme endormi, dans son développement.

La périodicité des traitements me paraît résulter de ces recherches expérimentales. Les souches envahies par le *St. necator* (caractères secondaires), traitées aux arsénites sont grandement améliorées dans leur végétation. Cela prouve que les arsénites pénètrent les tissus de la plante malade et agissent sur le mycélium. Mais, et nous avons fait des observations dans ce sens, au bout de deux et trois ans, certaines souches expérimentalement traitées une fois, ont à nouveau montré, sur leurs feuilles, les caractères secondaires dus à l'Esca.

Action physiologique des arsenites. — Comment des liquides toxiques (arsenites, composés phénolés...) déposés sur des plaies de taille peuvent-ils exercer leur action à distance ? C'est là une énigme physiologique que la recherche expérimentale n'a pas permis de résoudre. Cette énigme est encore bien plus étonnante pour l'action du sulfate de fer employé en badigeonnage ou pulvérisation des plaies de taille contre la chlorose calcaire. Le sulfate de fer agit à distance sur les feuilles des rameaux les plus éloignés qui reverdissent à la

suite d'un traitement après la taille ou d'une opération faite, en pleine végétation, sur des plaies artificiellement pratiquées à cet effet sur un bras ou sur le corps de la souche. Le courant circulatoire vient-il laver, sous les plaies où le sulfate de fer a pénétré cependant peu profondément, et entraîner, en pleine végétation, le corps toxique ? Hypothèse que rien n'est encore venu asseoir sur des bases précises.

Efficacité des traitements. — Les traitements de l'Esca par les arsénites sont entrés, depuis plusieurs années, dans la pratique courante ; les viticulteurs en reconnaissent tous l'efficacité, si tous n'ont pas adopté encore cette opération dans la pratique culturale et normale. Il est aujourd'hui de notoriété générale que les arsenites, vendus sous des noms variés qui rappellent celui de la Pyrale, outre qu'ils agissent contre cet insecte, réduisent aussi par des traitements répétés, sinon en un seul traitement, la mortalité des souches, et plus particulièrement l'apoplexie. Il serait donc inutile d'insister sur cette efficacité de la lutte contre l'Esca.

Je crois cependant utile non d'exposer tous les essais méthodiques concluants que j'ai fait exécuter dans les vignobles des diverses régions, mais de rappeler quelques essais qui ont assis définitivement la valeur et l'efficacité des arsenites contre le *St. necator.*

Dans le grand vignoble italien de Squinzano, envahi gravement par l'Esca et par le Termite, les traitements aux arsenites, ont réduit peu à peu le mal dans les vignes qui étaient menacées de disparition progressive et totale.

C'est dans le vignoble de Cavalès (Saint-Gilles, Gard) et dans mon vignoble du Clos des Pins (Cournonterral, Hérault) que les études méthodiques ont été poursuivies dès 1908 et 1910. Les 60 hectares du vieux vignoble de Cavalès, en vignes submergées ou en vignes greffées, étaient, dans certaines parcelles âgées, gravement envahies par l'Esca, et la mortalité y atteignait certaines années, je le rappelle, 3 p. 100 et jusqu'à 8 p. 100 par exception. Les traitements aux arsenites ont réduit, au bout de dix ans, la mortalité à zéro dans quelques carrés de vignes ; elle ne dépassait pas 0,5 p. 1000 et 1 p. 1000 dans l'ensemble du vignoble en 1920 au moment où le vignoble fut cédé par son propriétaire.

Dans l'une de mes vignes de 2000 pieds, très ancienne (trente à trente-cinq ans), située contre mon laboratoire de campagne, et constituée surtout en collection ampélographique de 400 cépages et où j'ai pu suivre au jour le jour la biologie de l'Esca, la mortalité était très élevée, 2, 3, 5 et même 7 p. 100 avant 1910. Des traitements répétés et méthodiquement conduits ont enrayé complètement la maladie ; en 1925, quelques pieds eschés (caractères secondaires) et non traités pour étude du *Stereum*, sont seuls malades.

Je rappellerai aussi le cas d'une vigne de vingt-huit à trente-six ans, en Alicante-Bouschet de 3 hectares (12 000 pieds), qui, en 1912, avait déjà perdu un tiers des ceps et dans laquelle l'Esca continuait à sévir gravement. Cette

vigne traitée pendant cinq années de suite, avec interruption la sixième année et reprise ensuite du traitement pendant deux années, avec interruption la troisième année, n'a plus de cas de mortalité, si ce n'est quelques rares souches peut-être oubliées par le traitement, 5 seulement en 1925.

Enfin, un dernier exemple, celui de mon vignoble de Cournonterral, traité régulièrement deux années sur trois et où, en 1925, sur 70.000 pieds, âgés de vingt-cinq à quarante ans, on n'a trouvé que deux souches frappées d'apoplexie. Ce vignoble est composé de parcelles disséminées sur tout le territoire de la commune. Les parcelles voisines des autres viticulteurs, même en cette année 1925 qui fut plutôt défavorable, par la grande sécheresse, à l'Esca, avaient de nombreux cas de mortalité. Dans l'une de mes parcelles de 2 hectares (traitée, en 1925, aux composés phénolés, quelques cas de mortalité (1,5 p. 1000) ont été relevés. Ces composés phénolés ont une action sur l'Esca, mais inférieure à celle des arsénites alcalins qui constituent un móyen de lutte d'une efficacité certaine contre la maladie.

Cette grave maladie de l'Esca, connue dans son évolution et sa biologie, peut donc être sûrement et efficacement combattue et enrayée. Le concours qu'a apporté, encore une fois, la recherche scientifique à l'observation pratique du viticulteur, a grandement contribué à préciser cette efficacité et la méthode pratique des traitements.

J'ai, pour ma part, trouvé dans ces longues mais passionnantes recherches sur l'Esca, poursuivies pendant vingt ans et surtout pendant la longue période angoissante de la guerre, l'une des plus grandes satisfactions morales de ma carrière viticole.

PIERRE VIALA.

29 novembre 1925.

TABLE DES FIGURES

TABLE DES MATIÈRES

ESCA

7922-3-26. — CORBEIL. IMPRIMERIE CRÉTÉ.

MATÉRIAUX POUR L'ÉTUDE DES LARVES DE CURCULIONIDES

Par L. Falcoz

Docteur de l'Université de Lyon (Zoologie),
Inspecteur-adjoint du service phytopathologique.
Vienne en Dauphiné.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

La famille des Curculionides possède une importance économique particulière en raison des dégâts causés aux végétaux cultivés par un grand nombre de ses représentants ; aussi l'éthologie de la plupart des espèces, notamment des espèces nuisibles, est-elle assez bien connue. Par contre, la morphologie larvaire n'a été révélée de façon satisfaisante que dans un petit nombre de cas. En effet, si l'on trouve dans la littérature de multiples descriptions se rapportant à ce groupe, beaucoup sont à peu près inutilisables, soit par absence de détails spécifiques, soit par défaut ou insuffisance de figures, soit souvent par les deux ensemble. Une voie nouvelle a été cependant ouverte par plusieurs auteurs récents : Hopkins, Tragardh, Grandi, Urban, Böving, Pierce, Cotton et d'autres qui ont fait connaître, suivant une méthode plus rigoureuse que leurs devanciers, la forme larvaire de divers Curculionides. Ces travaux ont

montré qu'en dépit de leur apparente uniformité, les larves dont il s'agit possèdent dans leur structure des caractères spécifiques et génériques bien nets et constants.

Il existe donc dans ce domaine spécial un champ assez étendu dont il y a un intérêt évident à poursuivre l'exploration, car l'étude systématique des larves de Curculionides ne pourra être entreprise que lorsqu'on possédera sur celles-ci des données exactes, détaillées et en nombre suffisant.

Apporter une contribution nouvelle en vue de cette étude future : tel est l'objet du présent travail.

I. — Technique.

Pour l'examen microscopique des pièces chitineuses, j'ai employé la méthode suivante. La larve, préalablement incisée sur l'abdomen ou nettement sectionnée en deux tronçons afin de faciliter la destruction des tissus, est placée dans une solution de potasse au 1/10. On porte à l'ébullition qu'on maintient cinq à dix minutes ou plus, suivant la taille et l'âge du spécimen. Si l'on n'est pas pressé, la macération à froid pendant douze à dix-huit heures est préférable. On lave à l'eau quelques minutes et on porte dans l'eau glycérinée à 50 p. 100 dans laquelle on pratique la dissection.

Afin de faciliter l'examen des stigmates, il est utile de colorer, avant le traitement à la potasse, au Ziehl ou au Bleu de Lyon ou bien au pyrogallol.

Pour le montage, j'ai suivi la technique préconisée par Racovitza (1920). Je la rappelle succinctement en indiquant la modification que j'y ai apportée. On chauffe sur une lame un fragment de gélatine glycérinée. Tandis que celle-ci est encore fluide, on y place sous le binoculaire l'organe à examiner en l'immergeant au centre de la goutte qu'on étale le plus possible avec l'aiguille à disséquer, tout en lui conservant une épaisseur faiblement supérieure à celle de l'objet. Ce dernier est enfin disposé dans la position voulue et on laisse refroidir. A ce moment, Racovitza recouvre la préparation avec une lamelle chauffée, mais malgré les précautions recommandées, le poids de celle-ci déplace le plus souvent la pièce, la déforme en l'aplatissant et fausse au surplus l'orientation des soies ou autres appendices.

Je préfère laisser refroidir la préparation et l'examiner au microscope sans lamelle. A condition de donner à la gélatine une surface sensiblement plane, on obtient une transparence et une netteté largement suffisantes. A l'avantage de conserver l'intégrité de la forme, cette façon d'opérer ajoute celui de pouvoir, surtout lorsqu'il s'agit d'un organe impair et parfois unique, donner facilement à celui-ci plusieurs positions successives pour l'étude des différentes faces, en fluidifiant chaque fois la gélatine par simple chauffage.

Après examen, la préparation est montée suivant les méthodes en usage.

II. — Terminologie.

En raison des difficultés spéciales que présente l'étude de la morphologie externe des larves de Curculionides, il est infiniment désirable que la terminologie s'appliquant à cette famille soit, autant que possible, uniformisée et que des formules comparables pour les descriptions ainsi que pour les figures soient universellement adoptées. Dans le cas présent, la nomenclature établie par Hopkins (1909), puis complétée par Böving (1924) et par moi-même dans ce mémoire, s'impose incontestablement à tous les descripteurs.

Il ne sera donc pas inutile d'en donner ici un exposé liminaire qui servira à indiquer la signification exacte des termes qui vont être employés et à en préciser, lorsqu'il y aura lieu, la synonymie.

Tête.

(Pl. I, fig. 1-6. Pl. II, fig. 7-9. Pl. VIII, fig. 63.)

Epipharynx (fig. 5). — Membrane tapissant la face ventrale (ou buccale) du labre, renforcée par une paire d'épaississements chitineux : les lames épipharyngiennes (l. e) (epipharyngeal bracons, labial hooks d'Hopkins, ridges de Tragardh (1910), listenartig Fortsätze d'Urban (1914), epipharyngeal rods de Böving). L'épipharynx porte des phanères de diverses sortes, à savoir : 1° des papilles trichoïdes apicales (p. a.) (apical papilles d'Hopkins, Hornzähnchen d'Urban), appartenant non au labre mais bien réellement à l'épipharynx, car si l'on sépare les deux pièces, les papilles restent fixées à ce dernier ; 2° des papilles trichoïdes interlaminales (p. i.) (epipharyngeal papilles d'Hopkins, Zäpfchen d'Urban), ordinairement plus courtes que les précédentes, insérées entre les lames épipharyngiennes ; 3° des pores sensoriels (p. s.) (sensory punctures des auteurs de langue anglaise) ; 4° des villosités spinuliformes (vi.) incolores, non articulées, résultant d'une extroflexion de la cuticule (Härchen d'Urban).

Epistome (fig. 2, et.) représenté par la marge antérieure épaissie du front (fr.) ; il est limité de chaque côté par la fosse mandibulaire dorsale.

Pleurostome (fig. 2, rt.) constitué par la marge antéro-latérale de la région frontale comprise entre la fosse mandibulaire dorsale et la ventrale.

Hypostome. — C'est la région ventro-marginale du crâne située entre la fosse mandibulaire ventrale et le point d'attache du cardo.

Aire subfaciale (fig. 63, A. sf.). — Cette région, ordinairement membraneuse, est formée par la fusion du sous-menton, du menton et des aires articulaires. C'est le Submentomentum de Verhoeff (1923).

Eulabium (fig. 8). — Ce complexe comprend, d'avant en arrière : la ligula (Li), les palpes labiaux et les stipes labiaux (S. l.) (Syncoxit de Verhoeff). Ces

derniers sont intimement fusionnés dans le milieu et continus en avant avec la ligula. Leur ensemble forme une pièce impaire, membraneuse en avant, dans la région palpifère, et chitineuse postérieurement. La zone chitineuse figure approximativement un fer à cheval.

Hypopharynx (fig. 9). — C'est une formation membraneuse garnissant la face dorsale du labium et constituant le plancher de la cavité buccale. Il porte généralement deux tiges ou lames chitineuses latérales (l. h.) (hypopharyngeal bracons d'Hopkins, chitinous rods de Böving). En avant de l'hypopharynx et au niveau des angles postéro-externes de la ligula, on observe deux lobes sétifères correspondant aux maxillules (mxl.) (paragnathae de Böving).

Thorax.

(Pl. I, fig. 1.)

Tergite prothoracique (pr.) unique, résultant de la fusion du préscutum, du scutum et du scutellum. On peut cependant discerner d'ordinaire une région antérieure préscutaire et une région postérieure scuto-scutellaire indiquées respectivement par une rangée de soies. Latéralement se trouve l'aire alaire, assez peu distinctement délimitée.

Tergites méso et métathoraciques formés l'un et l'autre de deux replis, le préscutum (pt.) et le scuto-scutellum (st.) prolongés de chaque côté par l'aire alaire (a. a.).

Pleurites thoraciques représentés à chaque segment, d'une part, par l'épipleure divisée en préépipleure (pre.) et postépipleure (pse.), d'autre part, par l'hypopleure (hy.) formée d'un lobe unique. Les épipleures et les hypopleures sont séparées par la suture ventro-latérale (s. vl.).

Sternites thoraciques composés de l'eusternum, du sternellum impairs et du parasternum, ce dernier constitué de chaque côté par les lobes coxaux (l. c.) représentant les pattes. Il existe souvent une aire intersegmentaire : le poststernellum (pst.).

Abdomen.

(Pl. I, fig. 1.)

Les huit premiers segments ont une structure identique.

Tergites formés normalement de trois aires ou replis : préscutum (pa.), scutum (sa.) et scutellum (sla.). Une aire intersegmentaire dorsale s'observe souvent : le postscutellum (psa.) (dorsal cuneus de Böving) plus ou moins développé, parfois rétréci dorsalement au point de disparaître dans la région médiane. La zone scuto-scutellaire latérale portant le stigmate constitue l'aire alaire (a. a.).

Pleurites représentés par les épipleures subdivisées d'avant en arrière en préépipleure (pre.), épipleure proprement dite ou lobe médian (ep .), et postépi-

pleure (pse.). En dessous, et séparées des épipleures par la suture ventro-latérale (s. vl.), se trouvent les hypopleures (hy.) formées à chaque segment d'un lobe unique.

Sternites représentés par l'eusternum (est.), le sternellum (stl.) et le parasternum (pas.) homologue des lobes coxaux thoraciques. Parfois on observe après le sternellum un repli intersegmentaire ventral : le post-sternellum (pst.) (ventral cuneus de Böving).

Le neuvième segment abdominal est généralement plus étroit que les précédents. Il est peu différencié. Le dixième est petit et occupe une position ventrale ; il porte l'anus (a.).

Sutures.

(Pl. I, fig. 1.)

La suture ventro-latérale (s. vl.) ou suture latérale de Böving est nettement marquée. Elle court longitudinalement entre les épipleures et les hypopleures. Le suture dorso-latérale (s. dl.), moins bien définie, est parallèle à la précédente, elle longe le bord supérieur des épipleures.

Stigmates.

(Pl. II, fig. 10-11.)

Chez les larves de Curculionides, les stigmates appartiennent le plus souvent au type *biforia*, rarement au type *uniforia*. La première paire est mésothoracique, bien qu'elle paraisse dépendre du prothorax, mais l'insertion des muscles qui commandent l'appareil d'occlusion se trouve sur la paroi interne du mésothorax, preuve certaine que ces stigmates appartiennent bien réellement à ce dernier segment. On peut en conséquence considérer, ainsi que l'envisage Böving (1924), l'aire qui porte la première paire de stigmates comme résultant de la fusion de la préépipleure mésothoracique portant le stigmate et de la postépipleure prothoracique.

Il existe parfois un stigmate métathoracique rudimentaire, peu visible, même à un fort grossissement.

Il y a huit paires de stigmates abdominaux, situés latéralement sur les huit premiers segments, la dernière paire occupe parfois une position subdorsale.

III. — Partie descriptive.

GENRE *CLEONUS* Schönherr (*sensu lato*).

Caractères génériques. — Mandibules à sommet bidenté. Epipharynx présentant quatre papilles interlaminales et quatre pores (deux interlaminaux

deux postlaminaux). Lobe maxillaire portant dorsalement huit à dix soies submarginales. Hypopharynx villeux latéralement, armé de deux tiges chitineuses. Tergites abdominaux composés de quatre replis. Poststernellum présent. Stigmates du type « biforia », à orifice stigmatique de médiocre diamètre ; chambres stigmatiques généralement bien développées, parfois réduites (*Cl. scabrosus* Brull.). Chaetotaxie exprimée par le tableau ci-dessous :

SEGMENTS	TERGITES			PLEURITES		STERNITES	
	Prescutum.	*Scutellum.*	*Aire alaire.*	*Epipleures.*	*Hypopleures.*	*Eusternum.*	*Parasternum.*
Thoracique I.........	10	12	1	—	1	4	8
— II	2	8	1	1	1	4	8
— III	2	8	1	1	1	4	8
Abdominaux I—IX ..	2	10	1	1	1	4	1
— X	—	—	—	—	—	2	—

CLEONUS SCABROSUS Brullé (*cordiger* Bedel, 1883).

(Pl. I et II, fig. 1-12.)

I. — Larve âgée.

Longueur : 12 millimètres.

Corps (fig. 1) cylindrique, courbé en arc, atténué aux deux extrémités. Coloration blanche, sauf la tête qui est brun-rougeâtre et le pronotum ambré pâle. On observe de chaque côté du crâne une bande longitudinale claire, assez large, à bords irréguliers.

Tête (fig. 1, t. et 2) subglobuleuse, un peu aplatie dorso-ventralement, arrondie vue de haut, elliptique vue de côté.

Epicrane (ec.) pourvu, de chaque côté, de huit soies disposées comme l'indique la figure 2. Suture épicraniale aussi longue que le front.

Ocelles (oc.) formés de chaque côté par une tache pigmentaire plus ou moins arrondie, recouverte d'une cornéule légèrement bombée.

Front (fr.) aussi long que large au niveau de l'épistome. Sutures frontales bien développées, à courbure régulière, dessinant à leur rencontre un angle très obtus ; leur jonction avec la suture épicraniale s'opère à peu près au centre de la surface dorsale du crâne. Soies frontales au nombre de dix disposées comme le montre la figure 2.

Antennes (fig. 2, ant. et 3) petites, occupant l'extrémité antérieure élargie des sutures frontales, composées de deux articles. L'article basal (a. b.) à peine saillant, bien plus large que l'article apical (a. a.), porte 7 phanères : 3 cônes, 2 appendices ampulliformes et 2 pores sensoriels. Le deuxième article (a. a.) est en forme de cône surbaissé.

Clypeus (fig. 4, cl.) trapézoïdal, transverse, plus de deux fois moins long que large à la base ; il porte, de chaque côté, 3 soies proximales courtes.

Labre transverse, à bord antérieur convexe, deux fois plus large que long. Face dorsale (fig. 4, lbr.) portant deux rangées obliques de 3 soies, de longueur décroissante du milieu vers les côtés. Face ventrale ou épipharynx (fig. 5) ornée de 12 papilles apicales plus ou moins courbes et inclinées vers l'axe de la tête, de 4 papilles interlaminales et de 4 pores sensoriels, 2 distaux, 2 proximaux. Lames épipharyngiennes assez étroites, allongées, divergentes en avant. Il existe en arrière et sur les côtés des villosités spinuliformes peu denses.

Mandibules (fig. 6) robustes, figurant un trièdre court, un peu plus longues que larges à la base ; bord interne irrégulièrement ondulé, apex obtusément bidenté, dent subapicale (sap.) occupant un plan dorsal par rapport à l'apicale (ap.) ; bord externe convexe présentant une légère échancrure vers le quart supérieur. Deux soies de longueur inégale se dressent un peu en dessous du milieu et près du bord externe. Face dorsale munie de deux pores dont le plus petit est proximal. Condyle (c. v.) ventral saillant.

Maxilles (fig. 7 et 9) à cardo (ca.) allongé, triangulaire, et dont la portion proximale, étroite, subit une double torsion sur son axe. Stipe (st.) deux fois aussi long que large, à côtés subparallèles à la base, un peu divergents ensuite ; la face ventrale porte une longue soie, un pore sensoriel et une papille trichoïde conique. Palpigère indistinctement délimité, offrant deux soies sur la face ventrale. Lobe (lb.) continu avec le stipe, à bord distal atteignant le niveau de l'article apical du palpe, à face ventrale pourvue de 4 soies aiguës, face dorsale (ou buccale) portant une rangée submarginale de 7 à 8 fortes soies en dents de peigne, dépassant d'environ la moitié de leur longueur le bord interne du lobe. Palpe maxillaire court, biarticulé ; article basal transverse, de moitié plus large que long, muni sur la face ventrale d'une soie courte et d'un pore, article apical bien plus étroit, un peu plus long que large, portant un pore ventral et, au sommet, plusieurs minuscules papilles mamelonnaires.

Aire subfaciale membraneuse, ornée de 6 soies symétriquement ordonnées.

Stipes labiaux (fig. 8, Sl.) chitineux, sauf dans la portion antérieure palpigère qui est membraneuse, portant 2 longues soies et 4 pores sensoriels : 2 médians situés bien en arrière du niveau de l'insertion des palpes labiaux, 2 latéraux. Palpes labiaux bi-articulés ; article basal transversal, article apical plus étroit, tronconique ; chacun des articles est pourvu d'un gros pore ventral, l'article apical porte en outre au sommet un groupe de papilles mamelonnaires.

Ligula (fig. 8, Li.), continue avec les stipes labiaux, face ventrale montrant

4 soies submédianes et 2 papilles claviformes sublatérales, face dorsale (ou buccale) munie de 4 petites soies incolores.

Maxillules (fig. 9, mxl.), sous forme de lobes situés sur la face ventrale de la ligula, leur bord antéro-externe est pourvu de quelques villosités.

Hypopharynx (fig. 9) membraneux présentant latéralement 2 pièces chitineuses : les lames hypopharyngiennes (l. h.) courtes et peu développées.

Thorax (fig. 1). — *Tergites.* — Région antérieure ou préscutaire du prothorax légèrement chitinisée, de couleur testacée, portant 10 soies en rangée transverse; région postérieure ou scuto-scutellaire non chitinisée, à peine pigmentée, munie de 12 soies transversalement alignées ; aire alaire offrant 1 soie. Tergites méso et métathoraciques formés l'un et l'autre de 2 replis, le repli antérieur, préscutum, porte 2 soies, le repli postérieur, scuto-scutellum, 8 soies, l'aire alaire, 1 soie.

Pleurites. — Préépipleures prothoraciques triangulaires, assez étroites, glabres. Préépipleures méso et métathoraciques assez larges, subtriangulaires, munies d'une soie, postépipleures petites, glabres. Hypopleures ovalaires, ornées chacune d'une soie.

Sternites semblables dans les 3 segments. Eusternum large, trapézoïdal, pourvu de 4 soies. Lobes coxaux portant 8 soies longues et assez fines. Poststernellum sous forme de bande intersegmentaire étroite, glabre.

Abdomen (fig. 1). — Les 8 premiers segments sont identiques.

Tergites formés de 3 replis : préscutum, scutum, scutellum, les portions latérales du scutum et du scutellum sont fusionnées et constituent de chaque côté l'aire alaire portant le stigmate. En arrière du scutellum, existe un repli intersegmentaire, le postscutellum ou dorsal cuneus de Böving, développé seulement latéralement. Le préscutum porte 2 soies, le scutellum 10, l'aire alaire 1, le scutum est glabre ainsi que le postscutellum.

Pleurites. — Epipleures représentées par un lobe médian assez grand, ovale, muni d'une soie et flanqué de 2 aires triangulaires peu développées, glabres : la préépipleure et la postépipleure. Hypopleures formées chacune d'un lobe unique, réniforme, unisétigère, situé en dessous de la suture ventrolatérale.

Sternites. — Eusternum impair, trapézoïdal, muni de 4 soies. Lobes coxaux triangulaires, portant chacun une soie. Sternellum sous forme d'aire triangulaire réduite, glabre. Poststernellum transversal représenté par un bourrelet intersegmentaire transversal, glabre.

Neuvième segment, plus étroit que les précédents, tronconique, peu différencié, portant les mêmes soies que les précédents.

Dixième segment ayant l'aspect d'un petit mamelon au centre duquel s'ouvre l'anus (a.).

Stigmates (fig. 10 et 11) du type *biforia.* Orifice respiratoire circulaire, de médiocre diamètre, à pourtour muni de 2 fentes rayonnantes, étroites, peu profondes, s'ouvrant sur les chambres stigmatiques (c. s.) (airtubes de Böving).

Celles-ci très peu développées, ne débordant pas le péritrème, présentant chacune 2 circonvolutions. L'atrium (atr.) porte de faibles aspérités, et, à sa jonction avec la trachée, deux saillies valvulaires opposées (vl.), laissant entre elles un espace en forme de fente : la fente stigmatique. Un peu au-dessus de ce niveau, la paroi externe émet deux branches courtes (br.), l'une plus développée que l'autre, donnant insertion aux muscles d'ouverture et de fermeture du stigmate.

II. — Nymphe.

Longueur : 15 millimètres.

Tête pourvue de soies courtes ainsi disposées : 2 sur le vertex, 2 en arrière des yeux, 10 disposées en 2 rangées longitudinales sur la face dorsale de la trompe, entre la base des antennes et les yeux, 2 sur l'épistome.

Thorax. — Pronotum présentant 16 soies : 2 antérieures, 4 médianes, 10 postérieures en rangées transversales. Mésoscutum et métascutum munis chacun de 2 groupes de 3 soies latérales et de 2 soies submédianes.

Abdomen composé dorsalement de 8 tergites armés chacun d'une rangée transversale de 10 à 14 spinules brunâtres recourbées et dirigées en arrière. Sur les 6 premiers tergites, les spinules sont insérées non loin du bord postérieur ; sur le 7e tergite, elles émergent d'une arête transversale saillante, occupant une position médiane. La rangée du 7e tergite (fig. 12) est formée de 12 spinules dont les 2 latérales sont plus fortes et plus écartées. Rangée du 8e tergite composée de 10 spinules équidistantes.

Éthologie. — La larve du *Cleonus scabrosus* vit dans la racine de l'*Echium vulgare.* Sa présence détermine une pleurocécidie sous forme de renflement ovoïde situé près du collet. Les mœurs cécidogènes de cette espèce ont été signalées pour la première fois par M. Pierre (1901).

La nymphose a lieu fin mai, l'adulte paraît en juillet.

Aux environs de Vienne en Dauphiné, il est facile de se procurer la larve de ce *Cleonus* en arrachant au printemps les pieds d'*Echium vulgare* qui croissent sur certaines pentes ensoleillées.

CLEONUS TIGRINUS Panz.

(Pl. III, fig. 13-21.)

I. — Larve âgée.

Longueur : 10 millimètres.

Forme générale et coloration comme dans l'espèce précédente.

Tête (fig. 13) ovoïde, un peu aplatie dorso-ventralement. Sutures frontales

à courbure peu accusée, dessinant à leur rencontre un angle aigu. Leur jonction avec la suture épicraniale s'opère en un point situé plus près de la suture épistomo-frontale que de l'occiput.

Epicrâne portant de chaque côté 8 soies insérées comme le montre la figure 13.

Ocelles uniques, visibles seulement chez les larves âgées sous forme d'une tache pigmentaire surmontée d'une cornéule hyaline.

Front triangulaire, aussi long que large, orné de 10 soies.

Antennes (fig. 14) à 1er article aplati, pourvu de 4 cônes et de 2 pores sensoriels, 2e article conique, à sommet arrondi.

Clypeus (fig. 15) trapézoïdal, deux fois et demie plus large à la base que long, présentant de chaque côté un pore proximal flanqué de 2 soies, l'externe étant la moins longue.

Labre (fig. 15) transversal, deux fois plus large à la base que long, angles antérieurs arrondis, bord antérieur faiblement bisinué, bord postérieur convexe. La surface porte 6 soies dont les 2 proximales médianes sont les plus longues. Face ventrale ou épipharynx (fig. 16) possédant 18 papilles apicales (12 latérales grosses, 6 médianes plus petites), 4 papilles interlaminales (2 antérieures médiocres, 2 postérieures petites), 4 pores (2 interlaminaux, 2 postlaminaux) se présentant sous la forme de plaques irrégulières portant chacune 2 ou 3 espaces ponctiformes pâles. Lames épipharyngiennes deux fois plus longues que larges, divergentes en avant. Surface postérieure de l'épipharynx, assez densément couverte de villosités spinuliformes obliquement dirigées en arrière.

Mandibules (fig. 17) triangulaires, à sommet bidenté, les dents subaiguës ; bord interne faiblement ondulé, présentant un ressaut net au niveau du tiers inférieur ; bord externe presque droit ; face dorsale présentant 2 soies submédianes et 2 pores, dont le plus grand est le proximal.

Maxilles (fig. 18) à cardo court, triangulaire. Stipe allongé, bord externe subrectiligne, bord interne sinueux, concave, s'avançant en angle obtus à sa rencontre avec le lobe, surface dorsale pourvue d'une soie, d'un pore et d'une papille trichoïde. Palpigère portant 2 soies. Lobe présentant 4 soies ventrales et une rangée dorsale de 8 à 9 grosses soies fusiformes insérées non loin du bord. Palpe maxillaire à article basal subcarré, pourvu d'un pore et d'une soie courte, article apical conique, offrant un pore ventral et au sommet, un groupe de papilles.

Stipes labiaux (fig. 19) à contour piriforme, ornés de 2 longues soies et de 4 pores, les 2 antérieurs situés un peu en avant du niveau de l'insertion des palpes labiaux. Ligula munie de 4 soies : 2 de chaque côté de la ligne médiane.

Segments thoraciques et *abdominaux* comme dans l'espèce précédente.

Stigmates (fig. 20) à orifice stigmatique relativement petit. Chambres stigmatiques bien développées, présentant chacune 8 à 9 circonvolutions.

II. — Nymphe.

Longueur : 12 à 14 millimètres.

Chaetotaxie sensiblement la même que dans *Cl. cordiger*. La différence entre les deux espèces réside principalement dans la forme et la disposition des spinules des 7e et 8e tergites. Rangée du 7e tergite (fig. 21) composé de 12 spinules, les 4 latérales écartées entre elles ainsi que des spinules médianes, ces dernières rapprochées les unes des autres. Le 8e tergite porte 2 spinules médianes et quelques poils latéraux.

Ethologie. — Le *Cleonus tigrinus* paraît être spécialement attaché aux Composées. Aux environs de Vienne en Dauphiné, la larve se développe dans les racines de la *Centaurea paniculata* et de l'*Andryala sinuata* (cf. Falcoz, 1923). La nymphose a lieu dans les premiers jours de juin et l'adulte apparaît dans le courant de juillet. Weise (1897) a observé la larve dans les racines de l'*Artemisia vulgaris*.

CLEONUS MENDICUS Gyll.

(Pl. IV, fig. 22-28.)

Larve âgée.

Longueur : 15 millimètres.

Corps présentant les mêmes caractères généraux de forme, de coloration et de chaetotaxie que les deux espèces précédentes.

Tête. — Ocelles formés d'une petite tache pigmentaire près de la base des mandibules.

Antennes (fig. 22) à article basal pourvu de 7 cônes d'inégale grosseur et de 2 pores, 2e article en forme de cône arrondi au sommet.

Clypeus (fig. 23) trapézoïdal, à angles arrondis, on y distingue de chaque côté 3 soies proximales, la médiane étant la plus longue, l'interne la plus courte.

Labre (fig. 23) à bord antérieur sinueux, fortement saillant en avant ; face dorsale ornée de 6 soies : 3 de chaque côté, les 2 internes longues, l'externe courte.

Epipharynx (fig. 24) portant, d'une part, 14 papilles apicales : 8 latérales en forme de bâtonnets légèrement courbés en dehors, 2 submédianes petites, 4 médianes en forme de chevilles, d'autre part, 4 papilles interlaminales et 4 pores à contour irrégulier : 2 antérieurs, 2 postérieurs. Les lames épipharyngiennes sont allongées, en forme de massue, faiblement divergentes en avant. La membrane épipharyngienne est anhiste en arrière et sur les côtés.

Mandibules (fig. 25) un peu plus longues que larges à la base, bidentées, chaque dent est légèrement incisée au sommet qui est mousse ; bord interne

ruguleux ; bord externe irrégulier, offrant une large échancrure vers le milieu et plusieurs sillons près de la base. Il existe une soie et 2 pores sur la face dorsale.

Maxilles (fig. 26) à cardo triangulaire, allongé, dont l'axe forme un angle droit avec celle du stipe. Ce dernier à bords subparallèles, légèrement divergents au sommet, face ventrale ornée d'une soie, d'un pore et d'une petite papille trichoïde. Lobe portant 4 soies ventrales dont une plus petite et 10 à 12 grosses soies dorsales submarginales.

Stipes labiaux (fig. 27) à contour cordiforme, pourvus de 2 longues soies insérées sur la zone antérieure membraneuse, de 2 pores antérieurs situés un peu en avant de l'insertion des palpes et de 2 papilles coniques latérales.

Segments abdominaux présentant un postscutellum, nul dorsalement et très peu développé latéralement, tout au plus discernable.

Stigmates (fig. 28) à orifice stigmatique assez grand ; chambres stigmatiques vastes, débordant le péritrème d'un tiers de leur longueur, comptant chacune 6 circonvolutions.

Éthologie. — Le *Cleonus mendicus* est un insecte méridional inféodé aux Chénopadiacées. Valéry Mayet (1906) a fait connaître ses mœurs et a signalé le premier ses ravages sur la Betterave cultivée. Ultérieurement, F. Picard (1911) a consacré à la biologie de cette espèce une excellente notice.

GENRE *LIXUS* Fabricius.

Caractères génériques. — Corps cylindrique, peu atténué aux extrémités, à courbure faible. Mandibules à sommet bidenté. Epipharynx présentant 6 papilles interlaminales et 6 pores : 2 interlaminaux. 4 postlaminaux. Face ventrale du stipe maxillaire pourvue d'une longue soie et de 2 papilles trichoïdes. Hypopharynx villeux latéralement, muni de 2 tiges chitineuses latérales et de 2 pores postérieurs. Tergites abdominaux composés de 4 replis. Poststernellum présent. Stigmates du type « biforia », à orifice stigmatique béant, limité par le péritrème lui-même. Chambres stigmatiques normalement développées. La face dorsale de l'épicrane comporte 2 soies de plus que dans le genre *Cleonus*. En outre, d'une façon générale les soies sont plus longues. Chaetotaxie exprimée par le tableau suivant :

SEGMENTS	TERGITES			PLEURITES		STERNITES	
	Presctum,	*Scutellum.*	*Aire alaire.*	*Epipleures.*	*Hypopleures.*	*Eusternum.*	*Parasternum.*
Thoracique I.........	8	12	2		2	4	8
— II	2	10	2	2	2	4	8
— III	2	10	2	2	2	4	8
Abdominaux I—IX ..	4	10	2	2	2	4	2
— X	—	—	2	—	—	2	—

LIXUS PUNCTIVENTRIS Boh.

(Pl. V, fig. 29-39.)

I. — Larve âgée.

Longueur : 12 millimètres.

Corps (fig. 29), allongé, cylindrique, peu atténué aux extrémités, à courbure peu prononcée, la pilosité est un peu plus longue que dans le genre *Cleonus.*

Coloration blanche, sauf la tête qui est brun rougeâtre et le pronotum ambré clair.

Tête (fig. 30) subglobuleuse, légèrement plus longue que large. Sutures frontales à courbure faible formant à leur base un angle droit ; leur point de jonction avec la suture épicraniale se trouve sensiblement au milieu de la surface dorsale du crâne. La chaetotaxie de ce dernier est semblable, comme nombre et disposition générale, à celle du genre *Cleonus*, toutefois les soies sont notablement plus longues. On voit à la base de l'aire frontale une dépression linéaire brune.

Ocelles représentés par une tache pigmentaire irrégulière, recouverte d'une cornée faiblement bombée. Antennes (fig. 31) présentant la plus grande analogie avec celles du genre *Cleonus.* Elles sont formées d'un article basal large portant 5 papilles ayant l'apparence de courts bâtonnets et 2 pores sensoriels, le 2e article est conique.

Clypeus (fig. 32) transverse, trois fois plus large que long, à côtés un peu sinueux et rétrécis en avant. A la base, sont insérées, de chaque côté, 2 soies entre lesquelles se trouve un pore.

Labre (fig. 32) trapézoïdal, à bord antérieur bisinué, la face dorsale porte 6 soies : 2 antérieures sublatérales, 2 latérales, 2 postérieures submédianes, les plus longues,

Epipharynx (fig. 33) montrant 16 papilles apicales (10 externes assez fortes, inclinées vers le milieu, 6 submédianes plus courtes), 6 papilles interlaminales (4 sétiformes, 2 en forme de chevilles), 6 pores (2 interlaminaux, 4 postlaminaux, géminés deux par deux). Des villosités spinuliformes plus fortes au milieu, extrêmement ténues sur les côtés, tapissent la membrane épipharyngienne en arrière des lames épipharyngiennes. Ces dernières sont assez larges, étranglées vers le milieu et divergentes.

Mandibules (fig. 34) une fois et demie aussi longues que larges à la base, à sommet bidenté ; la dent subapicale (sa.) est dans un plan supérieur à celui de l'apicale (a.). Bord interne offrant une légère saillie au niveau du tiers supérieur. Sur la face dorsale, on distingue 2 soies rapprochées submédianes et 2 pores, l'un proximal, l'autre près de l'angle basal externe.

Maxilles (fig. 35) obliques. Le cardo est triangulaire, à convexité externe, son axe formant un angle très obtus avec celui du stipe ; ce dernier à bords parallèles vers la base, puis s'élargissant par l'évasement du bord interne. Face ventrale pourvue d'une soie et de 2 soies courtes. Il existe 2 soies sur le palpigère qui est continu avec le stipe. Palpe de 2 articles, le 1er subcarré, muni de 2 pores et d'une soie courte, le 2e tronconique, porteur d'un pore proximal et d'un groupe de papilles au sommet. Lobe montrant 4 soies ventrales et 8 à 10 fortes soies dorsales en dents de peigne, disposées en rangée submarginale.

Aire subfaciale membraneuse ornée de 6 soies disposées symétriquement 3 de chaque côté.

Stipes labiaux (fig. 36) à contour cordiforme, à bord postérieur faiblement étiré en arrière, on y voit 2 longues soies antérieures, 2 papilles coniques latérales, 4 pores : 2 en arrière des soies et 2 au niveau de la base des palpes. Ces derniers ont leur 1er article transverse, pourvu à la base d'un pore ventral, le 2e article est de moitié plus étroit, tronconique, muni d'un pore et de papilles apicales.

Ligula (fig. 36 et 37) portant 4 soies sur la face ventrale et 4 sur la face dorsale (ou buccale).

Maxillules (fig. 37) offrant quelques villosités sur le bord antéro-externe.

Hypopharynx (fig. 37) pourvu latéralement de villosités assez nombreuses dirigées en avant. En arrière et latéralement on distingue les lames hypopharyngiennes représentées par 2 épaississements chitineux étroits et allongés. La surface de l'hypopharynx est marquée de quelques traits longitudinaux parallèles, en arrière desquels se trouve, de chaque côté, un groupe de villosités spinuliformes, incolores, orientées en arrière.

Thorax (fig. 29). — *Tergites.* — Région tergale du prothorax chitinisée, présentant 2 rangées des soies : 8 en avant, 12 en arrière ; il existe 2 soies sur l'aire alaire. Tergites méso et métathoraciques formés du préscutum et du scuto-scutellum, le premier porte 2 soies, le second 10.

Pleurites. — Préépipleures prothoraciques assez larges, glabres. Préépi-

pleures méso et métathoraciques avec 2 soies. Hypopleures avec 2 soies.

Sternites. — Eusternum portant 4 soies. Sur chacun des lobes coxaux sont insérées 8 longues soies.

Abdomen (fig. 29). — *Tergites* formés de 4 replis : préscutum, scutum, scutellum, postscutellum bien développé dorsalement. Le préscutum porte 4 soies, le scutellum 10, l'aire alaire 2.

Pleurites. — Lobes épipleuraux et hypopleuraux pourvus chacun de 2 soies.

Sternites. — Eusternum subtriangulaire portant 4 soies. Parasternum bisétigère. Postscutellum bien développé.

Stigmates (fig. 38) « biforia », à péritrème annulaire présentant une réticulation chitineuse assez régulière. Orifice respiratoire béant, communiquant par 2 fentes avec les chambres stigmatiques. Celles-ci médiocrement développées, débordant le péritrème d'un tiers seulement de leur longueur, offrant chacune 8 circonvolutions.

II. — Nymphe.

Longueur : 10 à 12 millimètres.

Tête pourvue de soies fines, de médiocre longueur, ainsi disposées : 2 sur le vertex, 3 en arrière des yeux, 2 rangées longitudinales de 5 chacune sur la trompe, entre la base des antennes et les yeux, 2 soies très courtes sur la partie antérieure de la trompe, 2 sur l'épistome.

Thorax. — Pronotum portant 22 soies, 2 antérieures, 2 rangées transversales de 10 chacune. Méso et métascutum pourvus chacun de 10 soies disposées transversalement.

Abdomen. — Tergites I et II avec chacun 10 soies. Tergites III à VIII portant chacun une rangée de soies alternant avec des épines brunes de grosseur croissante d'avant en arrière. Les épines du tergite VII disposées comme le montre la figure 39.

Éthologie. — La larve du *Lixus puncticentris* se développe dans les tiges de diverses Composées : *Senecio jacobaea* (Sainte-Claire Deville), *Crepis biennis* (H. Ross). Je l'ai signalée (Cf. Falcoz, 1922) à Vienne dans *Barkausia taraxacifolia.*

GENRE *CEUTORRHYNCHUS* Germar.

Caractères génériques. — Palpes labiaux bi-articulés. Mandibules à sommet bidenté, à bord interne plus ou moins cannelé. Epipharynx possédant 4 papilles interlaminales et 2 pores. Lobe maxillaire pourvu sur la face dorsale de 5 soies submarginales. Hypopharynx dépourvu d'armature chitineuse et présentant quelques rares villosités latérales. Tergites abdominaux composés de 4 replis. Poststernellum présent. Stigmates « biforia », à orifice respiratoire médiocre, parfois très petit (*sulcicollis*). Chambres stigmatiques bien développées,

présentant d'ordinaire 5 circonvolutions. Tête subsphérique, trou occipital très grand. Soies extrêmement courtes, difficilement dénombrables, remplacées en maintes places par des pores ou des papilles trichoïdes.

CEUTORRHYNCHUS SULCICOLLIS PAYK

(Pl. VI, fig. 40-49.)

Larve âgée.

Longueur : 3, 5 à 4 millimètres.

Tête (fig. 41) à profil subcarré, vue dorsalement. Sutures frontales dessinant un angle obtus, leur point de jonction avec la suture épicraniale se trouve à égale distance de la suture épistomo-frontale et de l'occiput, il occupe le milieu de la surface dorsale du crâne. Ce dernier porte un certain nombre de soies et de pores dont la disposition est indiquée par la figure 41.

Ocelles représentés de chaque côté par une très petite tache pigmentaire.

Antennes (fig. 42) formées de 2 articles ; article basal à surface plane, portant 2 papilles coniques et 2 pores ; article apical ampulliforme.

Clypeus (fig. 43) trapézoïdal, portant de chaque côté, près de la base, 3 papilles trichoïdes.

Labre (fig. 43) à bord postérieur subrectiligne, à bord antérieur arrondi, légèrement sinué ; la face dorsale est pourvue de 6 soies, 3 de chaque côté.

Epipharynx (fig. 44) présentant 10 papilles apicales (2 groupes latéraux de 3, un groupe médian de 4), 4 papilles interlaminales (2 antérieures épaisses, 2 postérieures fines, aiguës), 2 pores au niveau de la base des papilles interlaminales antérieures. Lames épipharyngiennes courtes, assez larges. En arrière et latéralement, la membrane épipharyngienne est anhiste.

Mandibules (fig. 45) allongées, une fois et demie aussi longues que larges à la base, à sommet bidenté, la dent interne plus forte que l'externe. Le bord interne montre un ressaut près de la base de la dent interne. Sur la face dorsale, on voit une soie, 2 pores et 2 papilles coniques.

Maxilles (fig. 46 et 48) obliques, convergentes, à cardo triangulaire, étroit et allongé. Stipe très élargi au sommet, le bord interne forme une saillie obtuse à sa rencontre avec le bord interne du lobe. La face ventrale est ornée d'une soie externe, d'un pore et d'une papille conique. Palpigère avec deux soies ventrales. Palpes bi-articulés ; article basal subcarré, muni de 2 pores ; article apical légèrement plus étroit, portant 1 pore et des papilles terminales. Lobe avec 5 soies submarginales sur la face dorsale.

Stipes labiaux (fig. 47) en forme de V, pourvus de 2 soies et 4 pores : 2 médians, 2 latéraux. Palpes labiaux présentant un seul article apparent, l'apical, muni d'un pore et de papilles mamelonnaires. A la base on voit 2 pa-

pilles et un mince liséré transversal qui représente sans doute l'article basal rudimentaire.

Ligula (fig. 47 et 48) continue avec les stipes labiaux, offrant sur la face ventrale 4 soies courtes submédianes et 2 pores latéraux ; sur la face buccale il existe une papille et un pore.

Hypopharynx (fig. 48) anhiste ou presque, dépourvu de lames chitineuses. Maxillules réduites à 2 lobes nus, sauf quelques rares villosités latérales.

Thorax (fig. 40). Pronotum à disque bien développé, très légèrement chitineux. Préépipleure prothoracique petite, triangulaire. Tergites méso et métathoraciques n'offrant rien de caractéristique.

Abdomen (fig. 40). Les tergites des 8 premiers segments sont composés du préscutum, du scutum, du scutellum et d'un repli intersegmentaire, le postscutellum, aussi bien développé dorsalement que latéralement. Sternites représentés par l'eusternum, le parasternum, le sternellum réduit et le poststernellum, ce dernier formant un étroit bourrelet intersegmentaire.

Neuvième segment peu différencié, tronconique.

Dixième segment sous forme de mamelon anal.

Stigmates (fig. 49) « biforia » à orifice respiratoire petit, à double fente en regard de chacune des chambres stigmatiques. Celles-ci sont très amples et montrent 6 à 7 circonvolutions.

ETHOLOGIE. — La larve du *Ceutorrhynchus sulcicollis* se développe dans diverses espèces de Crucifères (*Sinapis*, *Brassica*, *Sysimbrium*, etc.). Elle détermine au collet de la racine des renflements globuleux de la grosseur d'un pois. La nymphose a lieu dans le sol.

CEUTORRHYNCHUS QUERCICOLA PAYK.

(Pl. VII, fig. 50-56.)

Larve âgée.

Longueur : 3 millimètres.

Tête (fig. 50) globuleuse, à contour arrondi, vue dorsalement. Sutures frontales dessinant un angle moins ouvert que dans *C. sulcicollis ;* leur point de jonction avec la suture épicraniale se trouve un peu en arrière du milieu de la surface dorsale du crâne. La chaetotaxie de ce dernier est indiquée dans la figure.

Ocelles rudimentaires, peu visibles.

Antennes (fig. 51). Article basal plan, porteur de 5 pores sensoriels ; article apical, vu de haut, ayant l'aspect d'une couronne.

Clypeus (fig. 51) comme celui de *Ceutorrhynchus sulcicollis.*

Labre (fig. 51) à bord antérieur presque droit.

Epipharynx (fig. 52) pourvu de 10 papilles apicales, 4 papilles interlaminales et 2 pores. La disposition de ces phanères diffère sensiblement de celle observée dans l'espèce précédente. Lames épipharyngiennes étroites, sinueuses, disposées en forme de V.

Mandibules (fig. 53) très caractéristiques, à sommet bidenté ; le bord externe porte une échancrure au niveau du tiers supérieur ; le bord interne est cannelé en dessous de la dent apicale interne, il est aussi transversalement sillonné vers le milieu. On observe sur la face dorsale une soie, 2 pores et 2 papilles coniques.

Maxilles (fig. 54). Cardo large ainsi que le stipe dont le bord interne s'avance en saillie obtuse. Lobe avec 5 soies dorsales submarginales. Palpes maxillaires analogues à ceux de *C. sulcicollis.*

Stipes labiaux (fig. 55) cordiformes. Palpes labiaux bi-articulés. Ligula présentant un revêtement sensoriel analogue à celui observé dans l'espèce précédente.

Thorax et *abdomen* présentant les mêmes caractères que dans l'espèce précédente.

Stigmates (fig. 56) à orifice respiratoire assez large, à chambres très développées, pourvues de 5 lobes.

Ethologie. — Cette espèce est inféodée, dans la région dauphinoise, à *Fumaria officinalis*. La larve vit dans le collet de la plante et sa présence détermine un renflement caractéristique (Cf. Falcoz, 1922).

GENRE *BARIS* Germ.

Caractères génériques. — Palpes labiaux de 2 articles. Mandibules bidentées au sommet, dents obtuses, peu profondément séparées. Epipharynx possédant 4 papilles interlaminales et 4 pores. Antennes à article apical conique, saillant. Hypopharynx dépourvu d'armature chitineuse. Tergites abdominaux divisés en 3 replis. Sternites ne présentant pas de poststernellum distinct. Stigmates « biforia » à orifice stigmatique généralement étroit, chambres bien développées.

Le type larvaire des genres *Limnobaris* et *Geræus* (*Centrinus*), ce dernier non représenté en Europe, a été très explicitement défini par Böving (1924). Le tableau suivant expose les caractéristiques des genres *Baris*, *Limnobaris* et *Geræus* et permettra de les séparer facilement.

1. Epicrâne offrant en arrière une ligne foncée en demi-cercle. Mandibules pourvues de 5 dents apicales. Postscutellum et poststernellum présents : 2.
— Epicrâne sans ligne foncée en arrière. Mandibules à sommet bidenté. Postscutellum et poststernellum absents : *Baris* Germ.
2. Surface dorsale du crâne orné de bandes blanches affectant la forme d'un A. Prothorax présentant des taches granuleuses brunes au-dessous des stigmates, au-dessus des lobes

coxaux et sur le milieu de l'eusternum. Corps comparativement allongé. 8ᵉ stigmate abdominal de même dimension que les précédents : *Limnobaris* Bedel.
— Surface dorsale du crâne ne présentant pas de dessin particulier. Prothorax sans taches brunes. Corps moins allongé. 8ᵉ stigmate abdominal un peu plus grand que les précédents et occupant une position plus dorsale : *Geræus* Pascoe.

En raison des dégâts causés aux cultures par certains d'entre eux, les *Baris* ont été l'objet d'études dont l'une des plus anciennes est celle de Lereboullet (1866). Il y a quelques années, Urban (1913-1914) a décrit et figuré les premiers états des *Baris morio* Sch., *picicornis* Mrsh., *lepidii* Mull. et *laticollis* Mrsh. Plus récemment, Faure (1923) a publié plusieurs études consacrées à la biologie de ces Charançons.

BARIS CHLORIZANS Germar.

(Pl. VIII, fig. 57-65.)

Larve âgée.

Longueur : 3 millimètres.

Tête (fig. 58) rougeâtre, de forme ovoïde. Sutures frontales formant à leur rencontre un angle aigu, faiblement coudées vers le milieu de leur longueur. Soies du crâne comme le montre la figure 58.

Ocelles représentés de chaque côté par une tache pigmentaire ponctiforme.

Antennes (fig. 59) de 2 articles. Article basal portant 3 cônes et 2 pores, article apical conique, saillant.

Clypeus (fig. 60) trapézoïdal, deux fois et demie aussi large que long, orné à la base, de chaque côté, de 2 soies entre lesquelles se trouve un pore. Suture épistomo-labrale rectiligne.

Labre (fig. 60) transversal, deux fois aussi large que long, à bord antérieur bisinué, saillant dans le milieu, muni de 6 soies, les 2 internes plus longues que les autres.

Epipharynx (fig. 61) revêtu de 12 papilles apicales (6 latérales, 6 médianes), 4 papilles interlaminales et 4 pores (2 interlaminaux, 2 postlaminaux). Lames épipharyngiennes quatre fois plus longues que larges, divergentes. Cuticule anhiste en arrière et sur les côtés.

Mandibules (fig. 62) bidentées au sommet, à dents obtuses, peu profondément divisées. Bord interne ondulé. Sur la face dorsale, on observe 2 soies, 1 papille conique et 1 pore proximal. Condyle ventral bien développé, saillant.

Maxilles (fig. 63) à cardo triangulaire, large et court. Stipe à côtés subparallèles à la base, le bord interne forme une courbe peu saillante à sa rencontre avec le bord du lobe ; face ventrale munie d'une soie et d'un pore. Palpes

biarticulés ; article basal un peu plus large que long, portant, du côté ventral, 2 pores et une petite soie, article apical bien plus étroit, conique, avec un pore et un groupe terminal de papilles. Lobe bordé dorsalement par une série de 5 à 6 grosses soies.

Aire subfaciale (fig. 63) membraneuse, offrant de chaque côté 3 soies équidistantes, alignées dans le sens longitudinal.

Stipes labiaux (fig. 63) cordiformes. Palpes bi-articulés ; chaque article porte un pore sur la face ventrale. Ligula présentant 6 papilles trichoïdes du côté ventral, 2 papilles et 2 pores du côté dorsal (ou buccal).

Hypopharynx (fig. 64) sans armature chitineuse. On distingue sur les côtés quelques traits moniliformes bruns. Maxillules représentées par 2 lobes nus.

Thorax (fig. 57). — Pronotum à disque très faiblement chitinisé.

Abdomen (fig. 57). — Tergites des 8 premiers segments formés de 3 replis : préscutum, scutum et scutellum. Sternites ne comprenant pas de poststernellum.

Stigmates (fig. 65) « biforia », à orifice étroit. Chambres stigmatiques vastes, présentant chacune 4 circonvolutions.

Éthologie. — La larve du *Baris chlorizans* se développe dans la partie inférieure des tiges de diverses espèces du genre *Brassica*. On la rencontre constamment dans la moelle dont elle se nourrit de préférence.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1920. Böving (A.). — The larva of the cornpit weevil *Geræus* (= *Centrinus*) *penicillus* Hbst. (*Journal Econ. Ent.*, vol. XIII, p. 277-280. Pl.).

1924. — The larva of the weevil *Limnobaris rectirostris* Leconte (*Journal N. Y. Entom. Soc.*, vol. XXXII, p. 197-203. Pl.).

1924. Cotton (R.). — A contribution toward the Classification of the weevil larvae of the Subfamily *Calendrinae* occuring in North America (*Proced. U. S. Nat. Museum*, vol. LXVI, art. 5, p. 1-11, pl. 1-10).

1922. Falcoz (L.). — Notes biologiques sur divers Insectes des environs de Vienne en Dauphiné (*Bull. Soc. entom. France*, p. 223-228).

1923. — Observations biologiques sur divers Insectes des environs de Vienne en Dauphiné, 2e note (*Bull. Soc. entom. France*, p. 261-263).

1923 *a*) Faure (J.-C.). — Les Baridies, Charançons nuisibles aux Choux (*Revue de Zool. agr. et appl.*, nos 2 et 3, fig.).

1923 *b*). — Observations sur les *Baris* et leurs parasites (*Annales des Epiphyties*, no 2, p. 109-120, fig.).

1913 *a*) Grandi (G.). — Gli stati postembrionali di un Coleottero (*Otiorrhynchus cribricollis* Gyll.) a riproduzione partogenetica ciclica irregolare (*Bolett. del Labor. di Zool. gen. e agraria S. R. Sc. sup. d'Agric. in Portici*, vol. VII, p. 72-90, fig. 1-10).

1913 *b*). — Descrizione della larva e della pupa della *Sitona humeralis* Steph. ed osservazioni sulla morphologia dell adulto della medesima specie (*loc. cit.*, vol. VII, p. 93-100, fig. 1-7).

1916. — Contributo alla conescenza dei costumi e della metamorfosi del *Tychius* 5 — *punctatus* L. (*loc. cit.*, vol X, p. 103-119, fig. 1-6).

1909. Hopkins (A.-D.). — Contributions toward a Monograph of the Scolytid Beetles.

I. The Genus *Dendroctonus* (*U. S. Depart. of Agriculture of*, *Bureau Entomology*, *Technical Series*, n° 17, part. I, p. 1-8, 1-164, p. III-VIII).

1911. — Technical papers on miscellaneous forest. Insect. I. Contributions toward a Monograph of the Bark-Weevils of the Genus *Pissodes* (*U. S. Depart. of Agriculture*, *Bureau of Entomology*, *Technical Series*, n° 20, part. I, p. 1-5, 1-68, pl. III-XXII).

1866. Lereboullet. — Observations sur les métamorphoses et le genre de vie des Baridies (*Strasbourg*, Berger-Levrault, p. 9 et Pl.).

1906. Mayet (V.). — Métamorphoses du *Cleonus mendicus* (*Bull. Soc. entom. France*, p. 102-104, fig.).

1911. Picard (F.). — Les Insectes de la Betterave (*Progrès agricole et viticole*, Montpellier, sept. p. 1-8. Pl.).

1916. Pierce (D.-W.). — Notes on the Habits of a dangerous Genus of Weevils (*Journal econ. entom.*, vol. IX, p. 424-432, fig. 29-31).

1901. Pierre (M.). — Nouvelles cécidologiques (*Revue scientifique du Bourbonnais*, 1901, p. 1).

1920. Racovitza (E.-G.). — Montage, conservation et classement des préparations microscopiques (*Arch. Zool. exp. et gén.*, vol. LIX, p. 78-89).

1910. Tragardh (I.). — Contribution toward the Metamorphosis and Biology of *Orchestes populi*, *O. fagi* and *O. Quercus* (*Arkiv for Zoologi*, Band 6, n° 7, p. 1-25, pl. I-II).

1913. Urban (C.). — Beiträge zur Lebensgeschichte der Käfer. I. (*Entomologischen Blättern*, Jahrg. p. 16-19, 57-63, 133-138, 175-179, fig.).

1914. — Beiträge z. Lebensgesch. d. Käfer. II. III (*Entom. Blattern*, 10 Jahrg, p. 27-32, 90-96, 176-181, 225-231, fig.).

1917. Verhoeff (K.-W.). — Zur Kenntnis der Morphologie und Biologie der *Cionus-Larven* (*Archiv. f. Naturgesch*, 83 J., A, 1 H., p. 59-69, Taf.).

1923. — Beiträge zur Kenntnis der Coleopterenlarven (*Archiv. f. Naturgesch*, 89 J., A. s. H., p. 1-109, Taf.I-VII).

1897. Weise (J.). — Biologische Mittheilungen (*Deutsch. ent. Zeitschr.*, p. 389).

Planche I.

Larve du *Cleonus scabrosus* Brull.

Fig. 1. — Larve âgée, vue de côté : a. anus, a. a. aire alaire, ep. épipleure, est. eusternum, hy. hypopleure. l. c. lobe coxal, p. a. préscutum du 1er tergite abdominal, pas. parasternum, pr. prothorax, pre. pré-épipleure, ps a. postscutellum du 1er tergite abdominal, pse. postépipleure, pst. poststernellum, pt préscutum mésothoracique, s. a. scutum du 1er tergite abdominal, s. dl. suture dorsolatérale, sl a. scutellum du 1er tergite abdominal, st. scutoscutellum mésothoracique, stl. sternellum, s. vl. suture ventrolatérale, t. tête × 6.

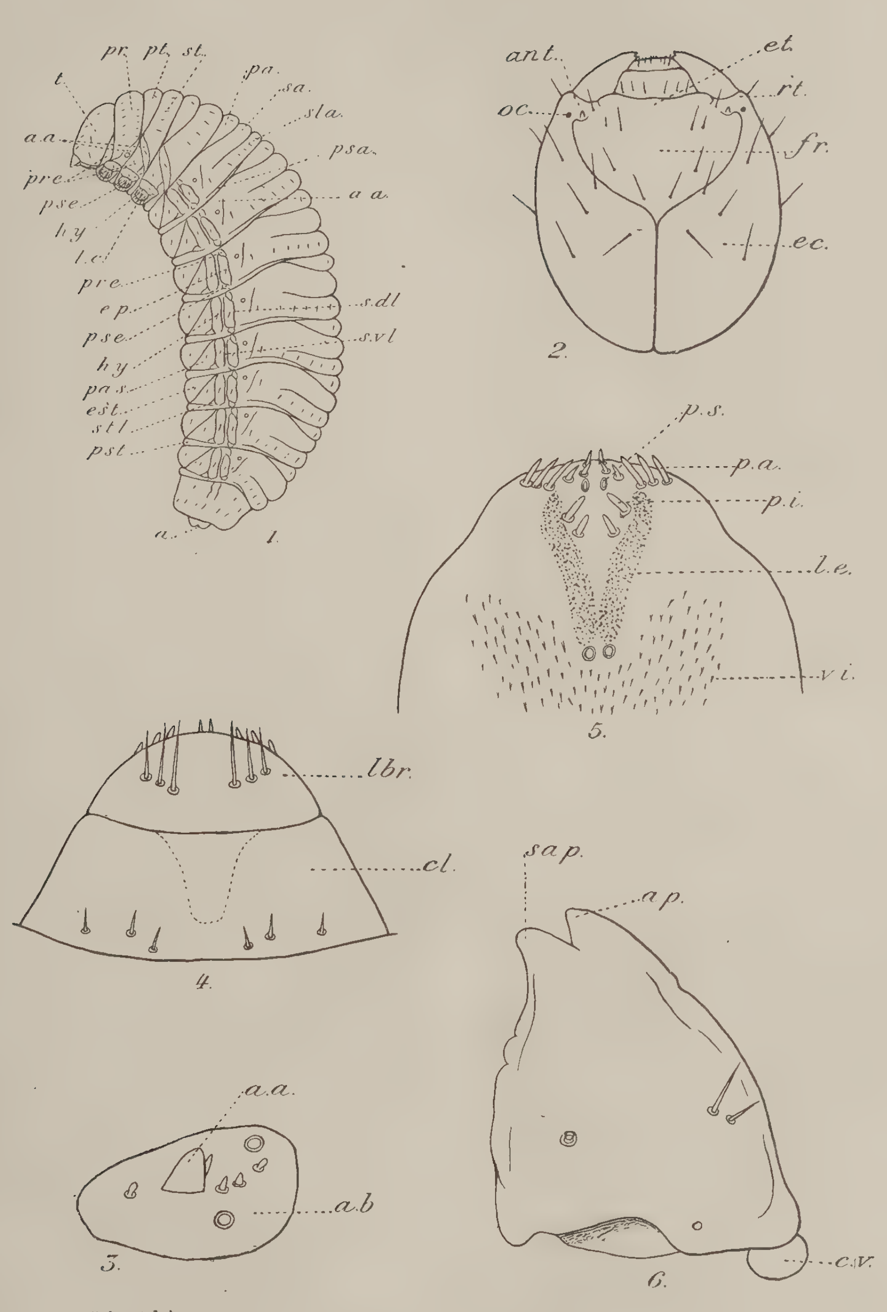
Fig. 2. — Tête, face dorsale : ant. antenne, ec. épicrâne, et. épistome, fr. front, oc. ocelle, rt. pleurostome × 32.

Fig. 3. — Antenne gauche : a. b. article basal, a. a. article apical × 380.

Fig. 4. — Labro-clypeus : cl. clypeus, lbr. labrum × 160.

Fig. 5. — Epipharynx : l. e. lames épipharyngiennes, p. a. papilles apicales, p. i. papilles interlaminales ; p. s. pore sensoriel, vi. villosités épipharyngiennes × 160.

Fig. 6. — Mandibule droite, face dorsale : ap. dent apicale, sap. dent subapicale, c. v. condyle ventral × 160.



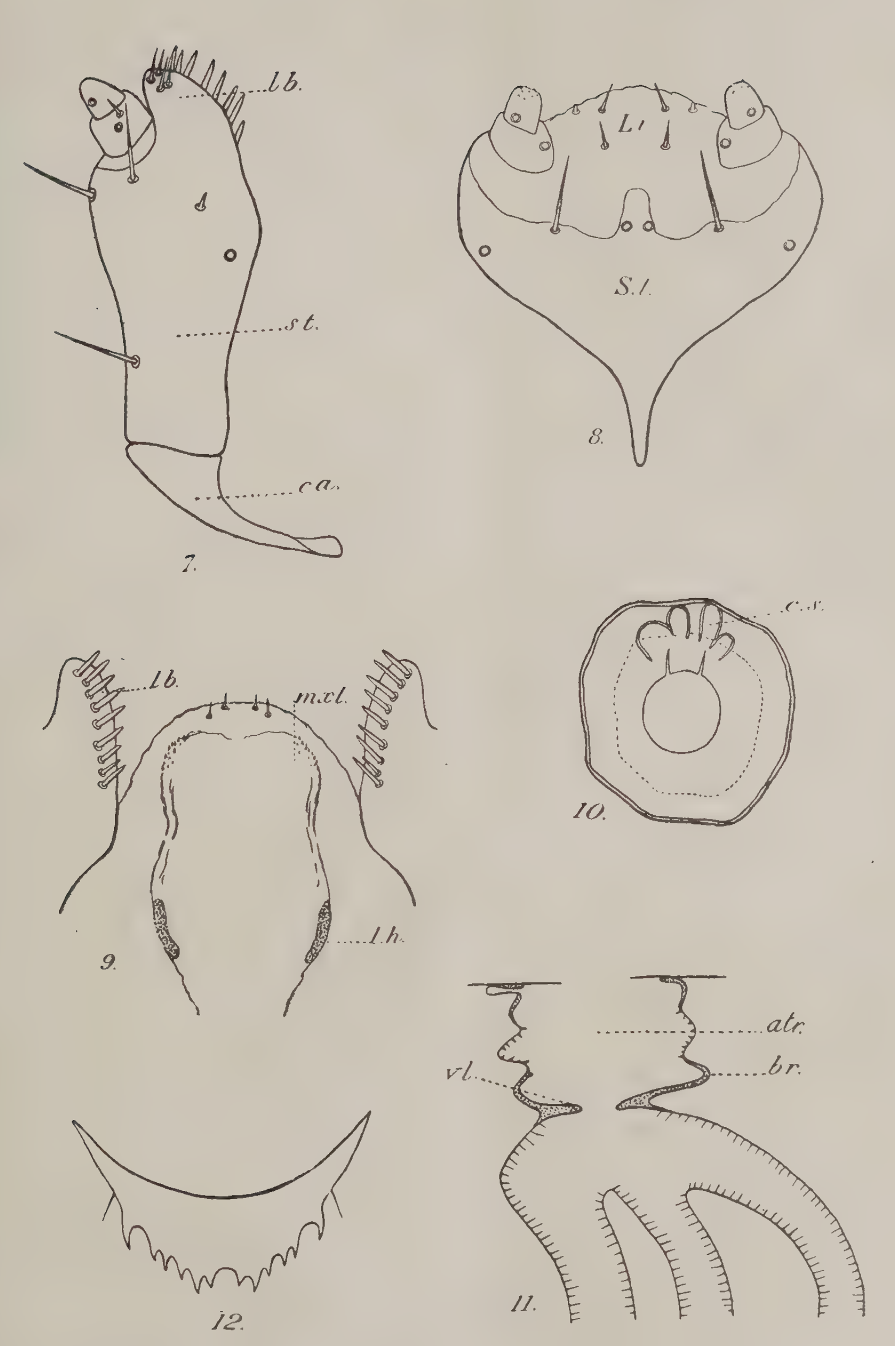
L. Falcoz del.

Larve du *Cleonus scabrosus* Brull.

PLANCHE II.

Larve (fig. 7-11) et nymphe (fig. 12) du *Cleonus scabrosus* Br.

Fig. 7. — Maxille droite, face ventrale : ca. cardo, lb. lobe, st. stipe × 160.
Fig. 8. — Eulabium : Li. ligula, S. l. stipes labiaux × 240.
Fig. 9. — Hypopharynx : lb. lobe de la maxille, l. h. lames hypopharyngiennes, mxl. maxillules × 240.
Fig. 10. — Stigmate abdominal, vu en dessus : c. s. chambre stigmatique × 380.
Fig. 11. — Stigmate abdominal, section longitudinale atr. atrium, br. apodèmes, vl. valvules × 380.
Fig. 12. — 7[e] tergite abdominal de la nymphe × 15.



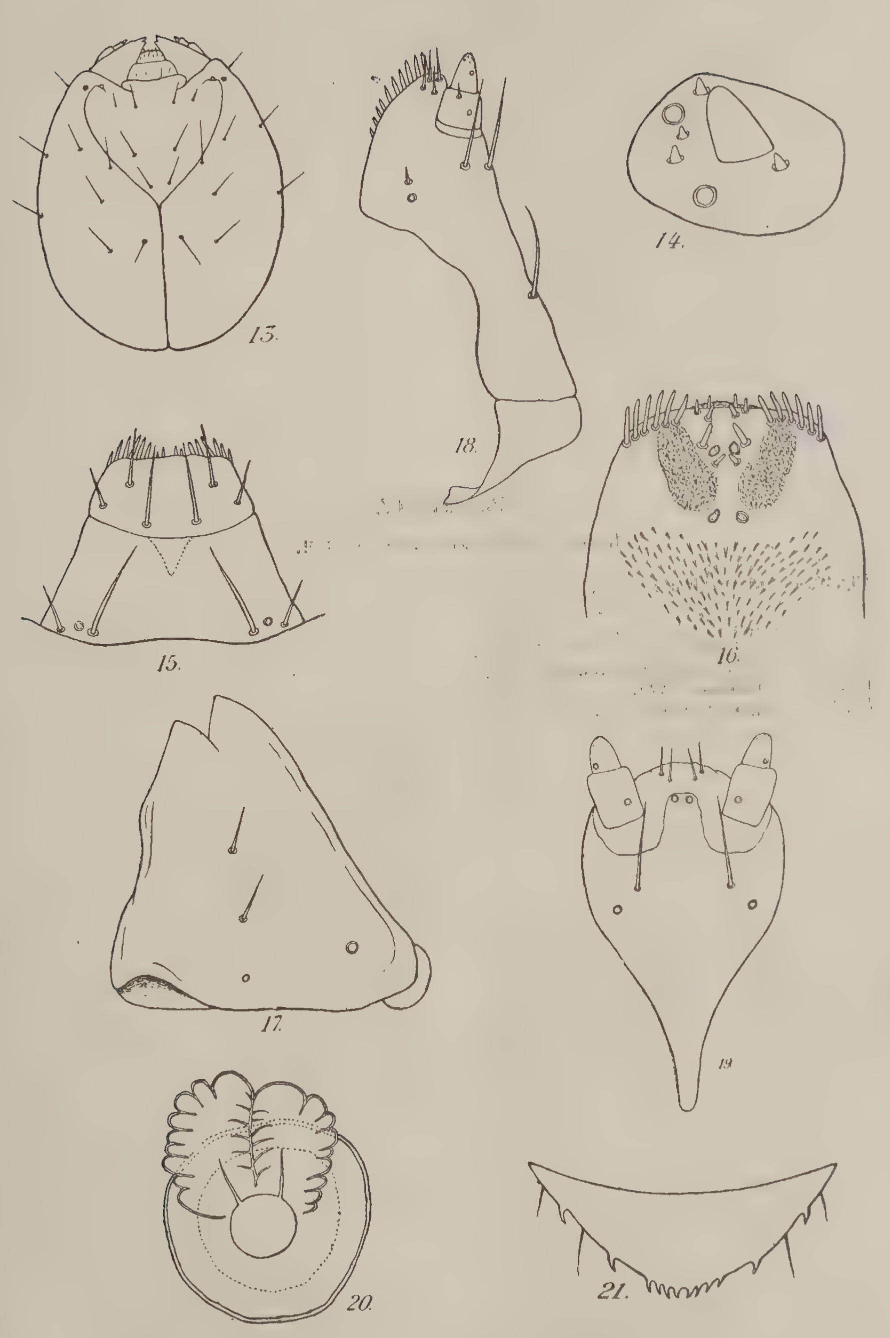
L. Falcoz del.

Larve et nymphe du *Cleonus scabrosus* Brull.

PLANCHE III.

Larve (fig. 13-20) et nymphe (fig. 21) du *Cleonus tigrinus* Panz.

Fig. 13. — Tête, face dorsale × 32.
Fig. 14. — Antenne droite × 380.
Fig. 15. — Labro-clypeus × 120.
Fig. 16. — Epipharynx × 120.
Fig. 17. — Mandibule droite, face dorsale × 120.
Fig. 18. — Maxille gauche, face ventrale × 120.
Fig. 19. — Eulabium × 160.
Fig. 20. — Stigmate abdominal × 290.
Fig. 21. — 7e tergite abdominal de la nymphe × 15.



L. Falcoz del.

Larve et nymphe du *Cleonus tigrinus* Panz.

Planche IV.

Larve du *Cleonus mendicus* Gyll.

Fig. 22. — Antenne droite × 380.
Fig. 23. — Labro-clypeus × 80.
Fig. 24. — Epipharynx × 80 .
Fig. 25. — Mandibule droite, face dorsale × 60.
Fig. 26. — Maxille gauche, face ventrale × 60.
Fig. 27. — Eulabium × 120.
Fig. 28. — Stigmate abdominal × 290.



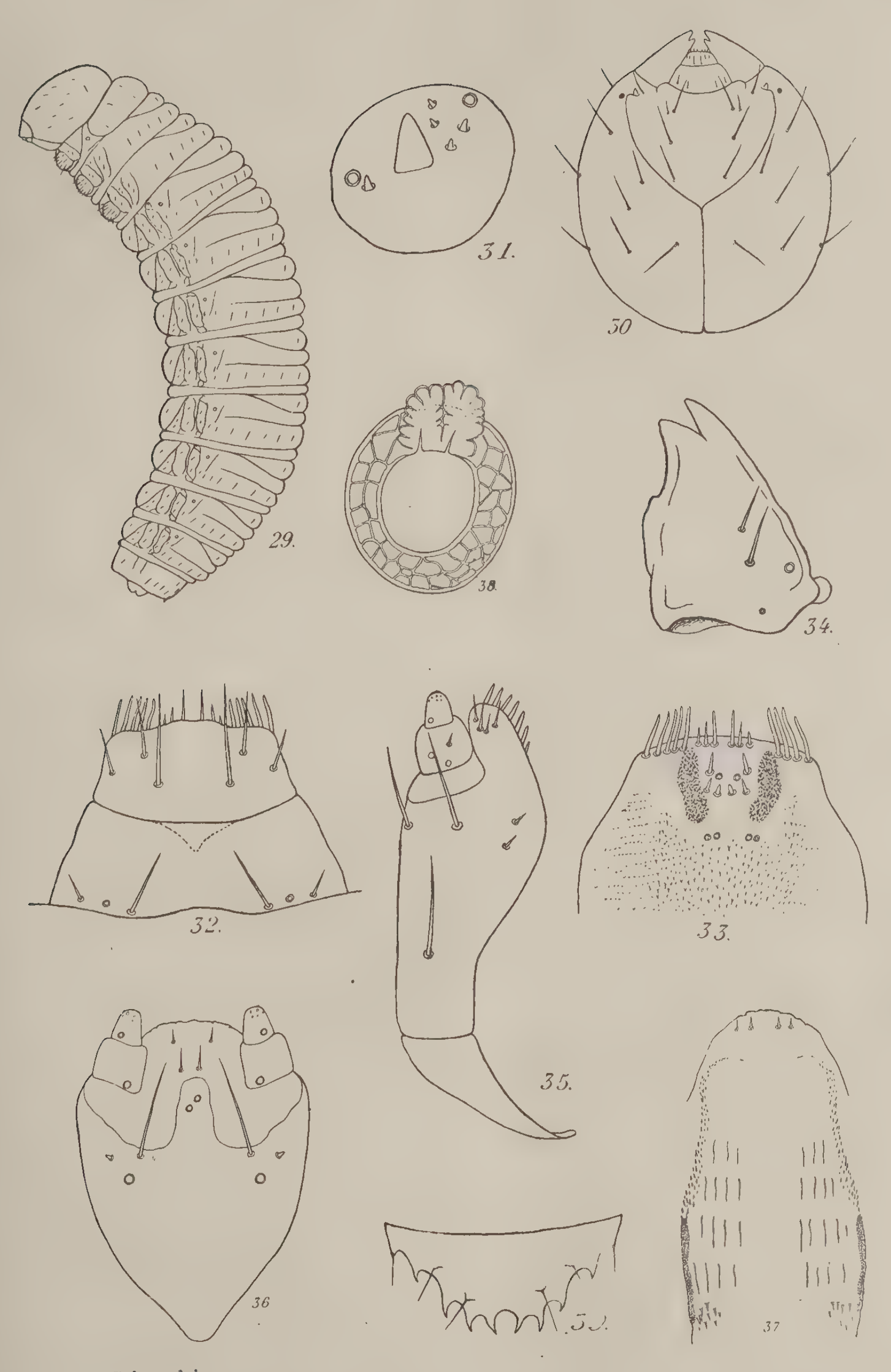
L. Fulcoz del.

Larve du *Cleonus mendicus* Gyll.

Planche V.

Larve (fig. 29-38) et nymphe (fig. 39) du *Lixus punctiventris* Boh.

Fig. 29. — Larve, vue de côté × 12.
Fig. 30. — Tête, face dorsale × 26.
Fig. 31. — Antenne gauche × 380.
Fig. 32. — Labro-clypeus × 120.
Fig. 33. — Epipharynx × 120.
Fig. 34. — Mandibule droite, face dorsale × 120.
Fig. 35. — Maxille droite, face ventrale × 120.
Fig. 36. — Eulabium × 190.
Fig. 37. — Hypopharynx × 190.
Fig. 38. — Stigmate abdominal × 90.
Fig. 39. — 7e tergite abdominal de la nymphe × 15.



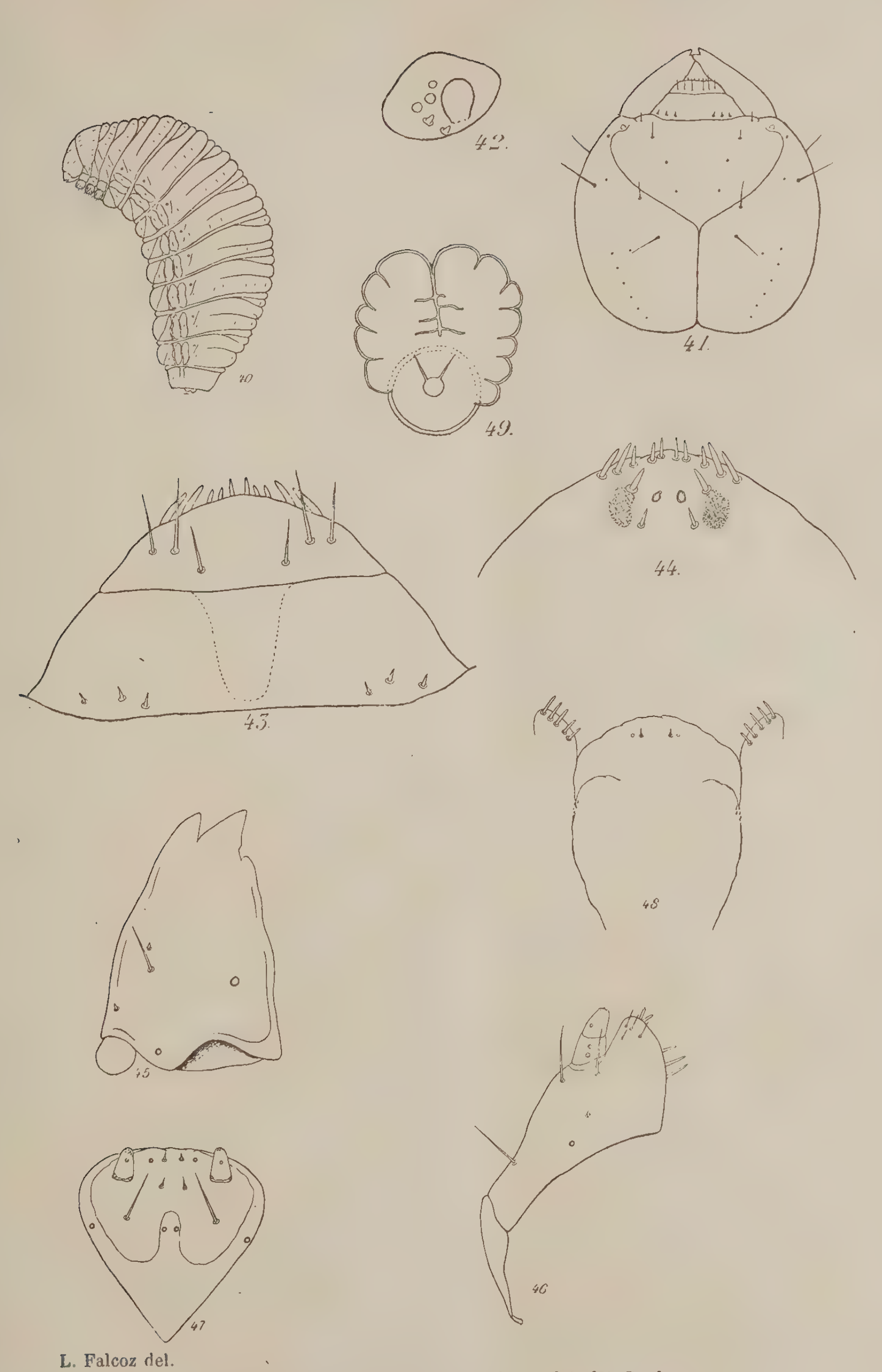
L. Falcoz del.

Larve et nymphe du *Lixus punctiventris* Boh.

Planche VI.

Larve du *Ceutorrhynchus sulcicollis* Payk.

Fig. 40. — Larve, vue de côté × 35.
Fig. 41. — Tête, face dorsale × 60.
Fig. 42. — Antenne gauche × 145.
Fig. 43. — Labro-clypeus × 290.
Fig. 44. — Epipharynx × 290.
Fig. 45. — Mandibule gauche, face dorsale × 190.
Fig. 46. — Maxille droite, face ventrale × 160.
Fig. 47. — Eulabium × 190.
Fig. 48. — Hypopharynx × 160.
Fig. 49 — Stigmate thoracique × 600.



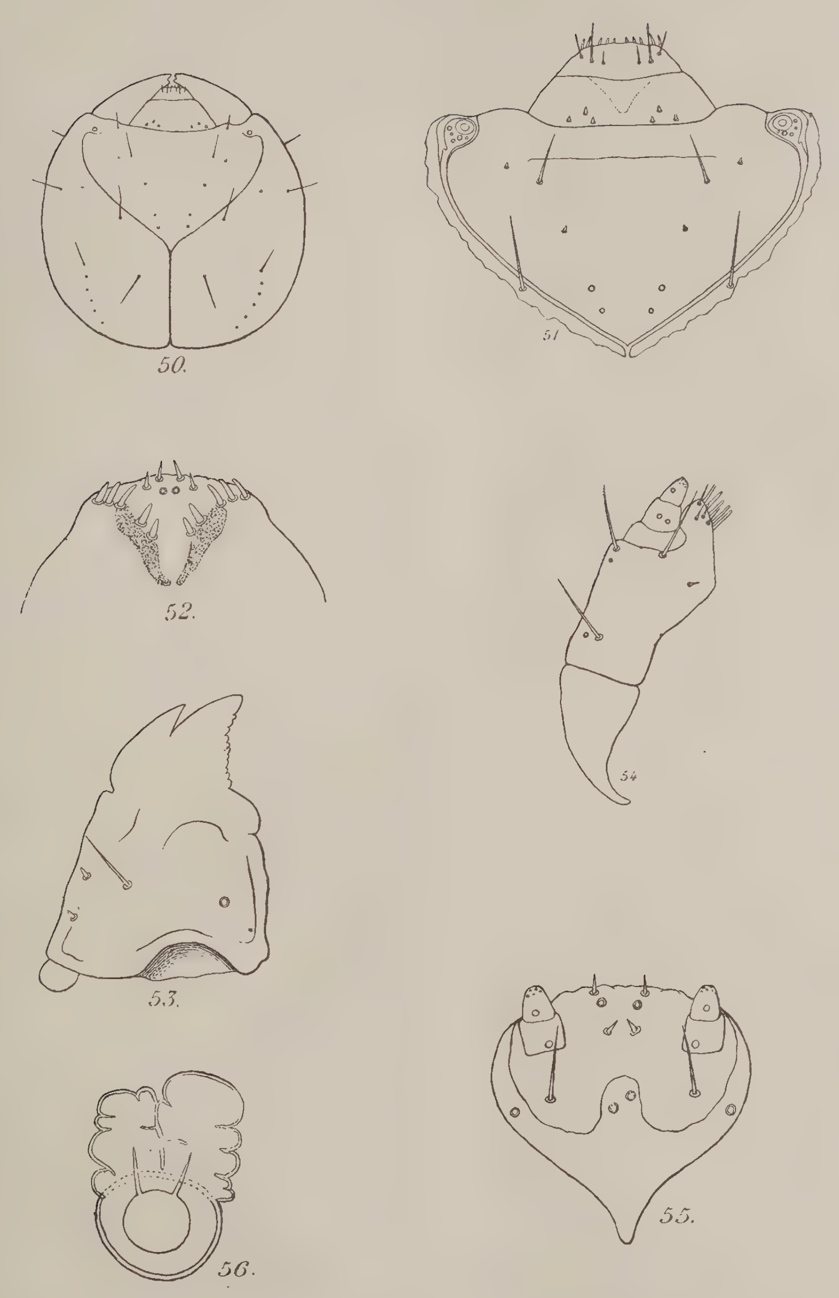
L. Falcoz del.

Larve et nymphe du *Ceutorrhynchus sulcicollis* Payk.

Planche VII.

Larve du *Ceutorrhynchus quercicola* Payk.

Fig. 50. — Tête, face dorsale × 60.
Fig. 51. — Front, épistome et labre × 160.
Fig. 52. — Epipharynx × 290.
Fig. 53. — Mandibule gauche face dorsale × 290.
Fig. 54. — Maxille droite, face ventrale × 190.
Fig. 55. — Eulabium × 380.
Fig. 56. — Stigmate abdominal × 900.



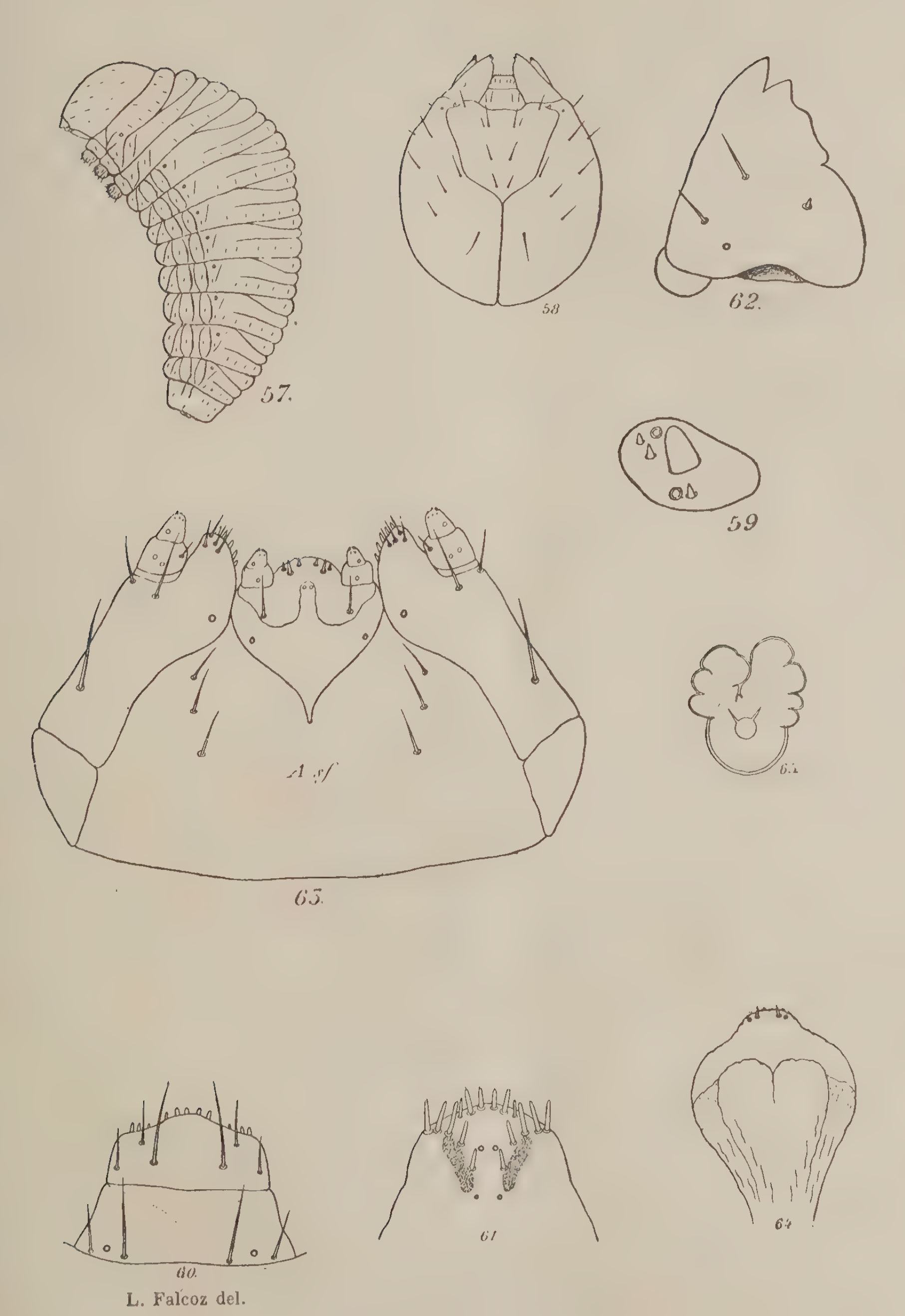
L. Falcoz del.

Larve du *Ceutorrhynchus quercicola* Payk.

Planche VIII.

Larve du *Baris chlorizans* Germ.

Fig. 57. — Larve, vue de côté × 15.
Fig. 58. — Tête, face dorsale × 32.
Fig. 59. — Antenne droite × 435.
Fig. 60. — Labro-clypeus × 160.
Fig. 61. — Epipharynx × 160.
Fig. 62. — Mandibule gauche × 120.
Fig. 63. — Complexe maxillo-labial : A. sf. aire subfaciale × 120.
Fig. 64. — Hypopharynx × 160.
Fig. 65. — Stigmate abdominal × 400.



L. Falcoz del.

Larve du *Baris chlorizans* Germ.

ÉTUDES BIOLOGIQUES DU GENRE *RAMULARIA* (1)

RAMULARIA SAXIFRAGÆ SYD, RAMULARIA VARIABILIS FUCK. RAMULARIA LAMPSANÆ DESM. ET RAMULARIA PARIETARIÆ PASSER.

Par CHARLES KILLIAN,

Maître de Conférences à l'Institut Botanique de l'Université de Strasbourg.

J'ai démontré, dans une publication parue il y a deux ans (2), que la biologie de certains Champignons parasites est en rapport étroit avec les particularités de leurs hôtes respectifs. C'est le genre *Ramularia* qui m'a fourni un matériel très favorable à l'appui de cette thèse.

Les observations suivantes, relatives au mode d'hivernation de ces parasites, ont été le point de départ de mon argumentation : Le *R. Geranii pusilli* et le *R. G. pyrenaici* hivernent à la surface des feuilles vivantes, à l'aide de leurs conidies, par contraste au *R. G. silvatici* et au *R. Adoxæ* qui se maintiennent, sous forme de sclérotes, à l'intérieur des feuilles mortes. J'ai attribué ces particularités des premiers au fait que leurs hôtes produisent des feuilles vertes pendant tout l'hiver ; chez les autres au contraire les hôtes disparaissent de la surface pendant la mauvaise saison.

Mes recherches poursuivies depuis la publication de mon mémoire ont porté sur d'autres espèces du même genre et ont abouti à des résultats analogues ; trois de ces *Ramularia* ont été trouvés en Alsace, le quatrième est originaire de l'Afrique du Nord. Les deux premiers vivent sur des plantes bisannuelles. Tel est le cas du *Ramularia Saxifragæ* et du *Ramularia variabilis;* ils produisent, l'un et l'autre, pendant tout l'hiver, des conidies en même temps que des sclérotes. Au contraire, le *Ramularia Lampsanæ* qui infecte une espèce annuelle hiverne exclusivement sous forme de sclérotes à l'intérieur des limbes desséchés. A ces trois espèces s'oppose la quatrième, méridionale, le

(1) L'ensemble de ce travail a pu être mené à bonne fin grâce aux bienveillants concours de l'Institut des Recherches Agronomiques et de la Caisse des Recherches Scientifiques, ainsi qu'à l'obligeance de M. R. MAIRE, de la Faculté des Sciences d'Alger, qui a mis généreusement à ma disposition toutes les ressources de son laboratoire.

(2) Études biologiques du genre *Ramularia*, première partie : *R. Geranii* et *R. Adoxæ* (*Bull. de la Soc. de pathol. végétale et d'entomologie agricole*, 1923, t. X).

Ramularia Parietariæ qui produit des conidies pendant toute l'année et ne forme plus du tout de sclérotes hivernants.

Mais ce ne sont pas là les seules différences entre les quatre espèces considérées. Chacune d'entre elles a des caractères biologiques d'une nuance spécifique. Etablir les rapports entre les particularités de ces parasites et ceux de leurs hôtes respectifs, tel est le problème que j'ai cherché à élucider.

RAMULARIA SAXIFRAGÆ SYD

Commençons par l'étude du *Ramularia Saxifragæ.* D'après la description de Rabenhorst (Cryptogamenflora, I, 8, p. 455), ce Champignon produit de grandes taches brunes sur les feuilles du *Saxifraga granulata.* A leur face inférieure il se forme, entre les stomates, des filaments conidifères de 30-55 : 2,5 μ qui engendrent à leur tour des conidies cylindriques arrondies non cloisonnées ou uniseptées, hyalines, de 15-24 : 3-4 μ.

Voici la diagnose du Champignon dont j'ai étudié la biologie.

Le *Ramularia Saxifragæ* végète de préférence sur des plantes des murs et des talus ensoleillés. Il produit pendant toute l'année sur les feuilles de la rosette basale des taches pourpres circulaires qui se dessèchent et brunissent ensuite. Au printemps ces taches s'étendent aux feuilles de la tige dressée et se couvrent après les pluies de petits duvets blancs. Ces duvets qui se trouvent exclusivement sur la face inférieure des limbes, sont constitués de filaments conidifères et engendrent finalement les conidies.

Les conidies germent facilement sur agar de malt et donnent des petites colonies grises circulaires à centre noir. On peut observer en détail la structure du Champignon en l'inoculant sur des lames à gélose. Le mycélium est formé d'hyphes allongées renfermant, dans leur protoplasme, de nombreuses vacuoles et beaucoup de noyaux (fig. 1 *a*). Ces hyphes ont leurs parois brunies et communiquent leur coloration à l'agar qui les entoure.

Dans les parties anciennes du mycélium, on assiste à la formation des conidies ; elles peuvent se produire par simple fractionnement des hyphes végétatives (fig. 1 *b*, gr. 466).

Pour examiner quelle est l'influence du milieu de culture sur la morphologie du parasite, je l'ai repiqué sur des géloses synthétiques de composition variée.

Ces milieux renfermaient soit du glucose, soit du galactose, soit du maltose, soit de la glycérine (0,2 à 2 p. 100) combinés avec différentes substances azotées telles que la peptone, l'aspagarine, le sulfate d'ammonium, ou le nitrate de potassium. J'ai constaté que les variations du Champignon sont peu considérables par rapport aux variations du milieu.

En général les colonies présentent les caractères suivants : Elles sont à contours nets, cotonneuses, blanches, légèrement grises et zonées sur leurs

bords. La figure 2 (gr. nat.) (culture d'un mois sur gélose renfermant outre les sels minéraux du nitrate de potassium à 0,2 p. 100 et du maltose à 2 p. 100), le démontre.

Sur certains milieux il se forme des corpuscules noirs, à peine visibles à l'œil nu. Tel est le cas des géloses renfermant du nitrate de potassium à 1 p. 100 avec du galactose à 1 p. 100 ou du sulfate d'ammoniac à 1 p. 100 plus glucose ou maltose à 1 p. 100.

Des coupes au microtome faites dans de pareils organes (fig. 3, gr. 36) m'ont montré qu'il s'agit de sclérotes. Situés à l'intérieur d'un amas d'hyphes brunies, ils sont constitués d'un plectenchyme homogène entouré d'une épaisse coque brune. Jamais, au cours de leur évolution, il ne s'est présenté à leur intérieur la moindre différenciation.

Les cultures sur milieux artificiels du *R. Saxifragæ* ont été complétées par des inoculations du Champignon sur le *Saxifraga granulata*. J'ai déposé, sur la face supérieure ou inférieure du limbe, des gouttelettes renfermant en suspension des conidies issues de mes cultures pures. Les pieds ainsi infectés (le 18 avril 1923) ont été placés en chambre humide pendant trois jours et transférés ensuite dans une serre de fougères. Le 23 avril se sont déclarés les premiers symptômes de la maladie sous forme de minimes taches pourpres qui s'agrandissaient rapidement pour atteindre, au bout de cinq jours, un diamètre de 1 millimètre. A leur surface se sont formées, le 1er mai, des touffes de filaments conidifères identiques à celles qu'on rencontre dans la nature. L'infection s'est propagée spontanément à partir de ces foyers ; des limbes elle s'est finalement étendue aux pétioles.

Tous mes essais, relatifs à l'infection du *Saxifraga granulata*, ont réussi; d'autres, faits sur le *Saxifraga cordifolia*, *crassifolia*, *Aizoon*, *hirsutum*, *rotundifolium*, *stellaris* et *tridactylites* ne m'ont pas donné de succès. Il en résulte que seul le *Saxifraga granulata* est susceptible à la maladie.

Deux ans plus tard, je me suis servi pour mes essais du même tronçon maintenu par repiquages. Le résultat fut absolument négatif ; on peut en conclure qu'un repiquage trop prolongé atténue le pouvoir d'infection du *Ramularia Saxifragæ*.

Mes expériences d'inoculation ont été complétées par l'étude anatomique du parasite. J'ai réussi à observer son mode de pénétration à l'intérieur de l'hôte : d'après la figure 4 (gr. 313) il envahit directement l'épiderme en dissolvant les lames moyennes des parois radiales ; de là il s'infiltre dans le mésophylle dont il tue les cellules au passage. Finalement il se localise dans les parties périphériques des tissus nécrosés où il constitue des petits bourrelets ; ceux-ci s'agrandissent rapidement et brisent par leur expansion l'épiderme nécrosé. A leur surface prennent naissance des filaments allongés qui constituent les conidiophores (fig. 5, gr. 313) ; leur fonction est d'engendrer les conidies. Celles-ci sont identiques aux conidies des cultures artificielles, légèrement

plus larges d'un côté que de l'autre, avec une ou deux papilles de déhiscence (fig. 6, gr. 313). Leur mode de multiplication est très typique : elles s'allongent au double de leur longueur primitive, et se séparent ensuite, par étranglement, en deux moitiés égales.

L'influence du parasite sur l'hôte se traduit, d'après ce qui précède, par la nécrose subite des tissus envahis. C'est dans ces parties mortes qu'il atteint sa maturité ; puis il rompt l'épiderme par l'expansion de ses conidiophores ; leur production est donc indépendante de la présence des stomates, contrairement à ce que prétend Rabenhorst (*loc. cit.*).

L'infection parasitaire s'étend de plus en plus à la surface du limbe ; celui-ci périt prématurément ; la feuille tombe, se dessèche et se désagrège bientôt. La formation des conidies cesse à ce moment ; elles sont remplacées par des organes spéciaux de conservation qui sont ébauchés à l'intérieur de la feuille adhérente, surtout dans les cellules épidermiques : Ce sont les sclérotes. Tout d'abord ils se présentent sous forme de petits pelotons mycéliens (fig. 7, gr. 313) ; ensuite leurs couches périphériques brunissent et constituent une coque ; au contraire les cellules centrales gardent leur ancienne structure (fig. 8, gr. 313).

Ces sclérotes achèvent leur maturation par l'agrandissement et la multiplication de leurs éléments (fig. 9, gr. 313). A l'état adulte ils sont aussi peu différenciés que ceux que j'ai observés dans mes cultures.

J'ai suivi de près leur développement pendant tous les mois de l'hiver sur des feuilles hivernées au dehors. Leur structure n'a subi aucun changement.

J'ai constaté cependant, vers le printemps, que les cellules apicales peuvent s'allonger et former à nouveau des conidies.

Il en résulte que les sclérotes ont assumé la fonction des conidiophores. C'est là une fonction secondaire, car ils correspondent en réalité à des périthèces avortés. L'étude comparative du *Ramularia variabilis* le démontrera.

RAMULARIA VARIABILIS FUCK

En août 1923, mon attention fut attirée par la présence d'un Champignon parasite sur les feuilles du *Digitalis purpura* ; son identification était facile. Il s'agissait du *Ramularia variabilis* qui, selon Rabenhorts (Cryptogamenflora, t. VIII, p. 497), produit sur la digitale des taches brunes ou verdâtres, étendues, bordées d'une auréole rouge. A leur intérieur naissent, des deux côtés du limbe, des conidiophores en touffes blanches ; les filaments conidifères qui les constituent, sortent des stomates en buissons ; ils sont unicellulaires, incurvés à leur extrémité, qui est dentée, et mesurent 26-30 μ : 2,5-3,5 μ. Les conidies sont de forme très variable, ovales, elliptiques, cylindriques dans la plupart des cas, non cloisonnées et bicellulaires, hyalines, mesurant de 12 à 20 : 2-4 μ.

Voici en quoi se résument nos connaissances actuelles du *Ramularia varia-*

bilis. A en croire Rabenhorst, le parasite se multiplie exclusivement par ses conidies qui seraient en même temps ses organes d'hivernation.

L'observation suivante semble parler en faveur de cette hypothèse :

On peut trouver, pendant tout l'hiver, sur la rosette basale du *Digitalis purpurea* des petites taches provenant du *Ramularia variabilis.* Elles restent petites pendant la mauvaise saison et ne s'étendent pas au delà des nervures. A cette époque les conidiophores font presque toujours défaut ; mais ils peuvent se former pendant des périodes chaudes et pluvieuses ou bien lorsqu'on place les feuilles pendant quelques jours dans une atmosphère humide.

A cet égard le *R. variabilis* serait donc tout à fait comparable au *R. Saxifragæ.*

Pour m'en convaincre j'ai suivi de près son développement en milieu artificiel et en milieu naturel.

Tout d'abord j'ai prélevé des conidies de la surface des feuilles malades et je les ai inoculées sur milieux soit synthétiques, soit à décoctions ; elles germent facilement et donnent des colonies semblables à celles du *R. Saxifragæ* (fig. 10, pl. II, gr. nat.) ; elles s'en distinguent essentiellement par leur pigmentation. Le mycélium du *R. variabilis* renferme un pigment bleu violet qui s'infiltre peu à peu dans la gélose. La coloration est particulièrement intense sur agar de malt et varie suivant la composition du milieu : d'une teinte gris bleuâtre sur les milieux renfermant comme source de carbone du glucose ou du galactose, les colonies virent du violet brunâtre au rose et au rose brunâtre, si on les repique sur des milieux à maltose ; la coloration disparait complètement sur des concentrations sous-optimales (0,2 p. 100) des substances organiques et azotées.

En milieu artificiel le *Ramularia variabilis* forme ensuite deux catégories d'organes reproducteurs : les conidies et les sclérotes. Les premières se développent sur tous les milieux, les autres dans des conditions plus restreintes. Les sclérotes s'ébauchent, sans atteindre leur maturité, lorsque le milieu renferme de l'azote minéral (par exemple du $(NH^4) 2SO^4$ à 1 p. 100 combiné au galactose à 1 p. 100). Leur développement va plus loin, lorsque le milieu renferme de l'azote organique combiné à un hydrate de carbone (galactose 1 p. 100 + asparagine 1 p. 100, galactose 1 p. 100 + peptone 0,1 p. 100, glucose 1 p. 100 + peptone 0,1 p. 100, glucose 0,1 p. 100 + asparagine 1 p. 100). Ils atteignent leur taille maxima sur des milieux à décoctions tel que l'agar de malt et surtout l'agar à 2 p. 100 de farine d'avoine.

Quelquefois ces sclérotes sont massés en glomérules visibles à l'œil nu (par exemple sur agar à maltose + peptone) ; dans la plupart des cas ils sont disséminés à l'intérieur d'un plectenchyme brun qui s'est formé sous la surface de l'agar. C'est ce que démontre la figure 11 (gr. 60). Celle-ci représente une coupe longitudinale dans un sclérote développé sur 2 p. 100 de farine d'avoine gélosée, trois mois après l'ensemencement.

Quant à la structure des sclérotes, ils sont constitués d'un tissu homogène entouré d'une épaisse coque brune. Dans la grande majorité des cas leur intérieur ne présente aucune différenciation. Font exception à cette règle les sclérotes formés sur maltose 2 p. 100 + (NH^4) $2SO^4$ 0,2 p. 100 qui renferment à leur intérieur une cavité schizogène. Il s'agit à mon avis de sclérotes en train de se transformer en pycnides. J'ai retrouvé ces organes à l'état adulte dans des feuilles infectées de la digitale.

En résumé, la production des sclérotes s'effectue d'une façon analogue chez le *Ramularia variabilis* et le *Ramularia Saxifragæ ;* ils sont plus fréquents chez le premier.

L'étude culturale du Champignon a été complétée par des expériences d'inoculation. J'ai déposé des conidies, issues de mes cultures, à la surface des feuilles, le 22 février, soit du côté supérieur, soit du côté inférieur. Placées dans les conditions d'essai habituelles (v. p. 149) ces feuilles ont montré, le 10 mars, de nombreuses taches jaunes transparentes qui, à bref délai, ont viré au brun. Une fois apparues ces taches se sont accrues rapidement et se sont couvertes finalement (le 21 mars) de nombreuses conidies, surtout sur la face inférieure de la feuille. Puis les limbes ont bruni et ont succombé prématurément à l'infection parasitaire. Ils se sont recoquillés, tournant vers le haut leur face inférieure, toute poudrée de conidies.

Pour assurer le succès de l'infection, il est indispensable de choisir des feuilles d'âge moyen. L'inoculation ne réussit pas sur les limbes à peine étalés. Il est indifférent que l'on fasse l'inoculation du côté supérieur ou du côté inférieur. J'ai répété mes essais, sans succès, sur les espèces suivantes : *Digitalis lutea, ferruginea et grandiflora.* Puis, en mai 1925, j'ai fait une série d'infections sur des *Verbasum*, indiqués comme hôtes des *Ramularia variabilis.* Insuccès complet.

Pour étudier de près la structure du Champignon, j'ai fait un certain nombre de cultures sur lames. Elles m'ont révélé la germination des conidies et aussi le développement du mycélium.

La germination débute quelques heures après l'ensemencement. Les deux extrémités des conidies s'allongent en un mycélium grêle et peu ramifié dont les branches sont insérées sous un angle droit ; parfois ces filaments sont ondulés. Ils sont constitués de cellules polynucléées (fig. 12, gr. 1 000). Ayant atteint sa maturité, le mycélium procède à la formation des conidies.

L'étude du parasite cultivé en milieu artificiel a été complétée par l'examen microscopique des plantes infectées. Tout d'abord il s'agissait de décider par quelle voie il pénètre à l'intérieur de la feuille. Comme il est difficile de repérer un filament germinatif au moment même où il envahit la plante, je l'ai recherché à des endroits marqués à l'avance et inoculés par des conidies. Des coupes m'ont démontré que la pénétration du Champignon entraîne immédiatement la nécrose des tissus foliaires.

On m'objectera que les conditions réalisées dans mes expériences ne corres-

pondent pas à celles du dehors : dans les conditions artificielles l'infection sera nécessairement plus massive, parce que les conidies infectantes sont plus nombreuses que dans la nature. Ici la maladie sera plus bénigne surtout au début.

J'ai constaté, en effet, sur des infections naturelles toutes récentes, que les filaments mycéliens sont toujours isolés au début et s'infiltrent dans les espaces intercellulaires sans léser les tissus.

A un état plus avancé le Champignon pénètre dans tout le mésophylle et traverse ensuite l'ostiole. C'est là qu'il se masse (fig. 13, gr. 313) pour constituer le conidiophore. Celui-ci est formé d'un faisceau de filaments conidifères qui s'épaissit successivement par l'adjonction de nouveaux filaments (fig. 14, gr. 313). A leur sommet naissent les conidies.

Il est impossible de suivre la genèse de ces conidies sur un matériel inclus à la paraffine, car elles se détachent au moindre contact ; on les repère cependant à la surface de l'épiderme. Elles sont caractérisées par la variabilité de leur forme et de leurs dimensions, ce qui a valu son nom au parasite (fig. 15, gr. 500).

Les conidiophores continuent à se développer après la nécrose des tissus. Mais ils ne sont plus pareils aux anciens ; d'abord ils s'ébauchent indépendamment des stomates et traversent directement l'épiderme ; ils se distinguent ensuite par leur forme: leurs bases sont considérablement élargies, leurs membranes ont bruni (fig. 16, gr. 313) et la production de conidies s'est amoindrie.

Mycélium et conidiophores ayant achevé leur rôle disparaissent au courant de l'hiver. Pour se maintenir, le parasite ébauche des organes spéciaux d'hivernation : ce sont les sclérotes qu'on trouve en abondance dans la feuille encore adhérente, surtout au voisinage de l'épiderme.

Je n'insisterai ni sur leur évolution ni sur leur structure ; il ne s'est présenté aucune différence avec ce que j'ai observé dans mes cultures.

Je me suis demandé ensuite quel est le rôle de ces organes. L'expérience suivante me l'a démontré. Au mois de mai j'ai placé des feuilles infectées, maintenues jusque là en plein air, dans une atmosphère humide ; une semaine plus tard, j'ai vu s'allonger les cellules de leur bec et produire de nouvelles conidies.

En résumé, le *R. variabilis* possède des sclérotes qui se chargent de son hivernation et de sa dissémination, au printemps. A cet égard il est absolument comparable au *R. Saxifragæ* et ne mériterait pas d'intérêt particulier.

L'étude attentive de son développement m'a cependant démontré qu'il présente des caractères distinctifs très importants.

Le *R. variabilis* possède plusieurs catégories d'organes de conservation, plus évolués que les sclérotes. Je mentionne d'abord les pycnides, relativement rares. Celles-ci s'ébauchent sous l'épiderme tout à fait comme les sclérotes. Mais de bonne heure leur partie interne se transforme en un amas de filaments allongés scolecoïdes. Ceux-ci se fractionnent à leur tour en spores (fig. 17, pl. III, gr. 313). A mesure que s'élargit la pycnide la production

des spores se ralentit, et il se forme une cavité centrale à l'intérieur de l'organe (fig. 18, gr. 313).

J'ai pu identifier les pycnides par le fait qu'elles se sont présenté est à l'état d'ébauches, sur certains de mes milieux de culture.

Je signalerai ensuite une dernière catégorie d'organes qui ne sont pas les moins intéressants : les périthèces. Leurs ébauches se distinguent des débuts de sclérotes par l'absence originelle d'une membrane brune et par la présence d'un protoplasme abondant à l'intérieur des cellules. A un état précoce de leur évolution on distingue l'ascogone enroulé en spirale et formé d'une série de grandes cellules binucléées ; l'une d'entre elles est plus longue que ses voisines (fig. 19, gr. 313). Cet ascogone est entouré d'hyphes enveloppantes disposées concentriquement et qui constituent l'ébauche d'une coque ; dans un stade plus avancé, que représente la figure 20 (gr. 313), la coque brune se détache nettement du plectenchyme incolore qu'elle enveloppe. L'ascogone à son intérieur a disparu, à l'exception de quelques cellules binucléées. Celles-ci sont remplacées, à leur tour, par des proasques uninucléés en forme de massues (fig. 21, gr. 313) et flanqués de filaments grêles qui représentent des paraphyses. La coque s'est étendue mais n'a pas changé d'aspect.

C'est en vain que j'ai essayé, pendant deux ans de suite, d'obtenir la maturation complète de ces organes. Ni leur séjour en plein air, ni leur passage en glacière n'a déclenché le développement des asques.

Longtemps je les ai cherchés sans le moindre succès aux stations naturelles de la digitale, en dessous des rosettes hivernées. Finalement je les ai rencontrés le 29 mai 1925 sur des pieds particulièrement vigoureux près de la « porte de pierres » (à 700 mètres d'altitnde), dans la vallée de la Bruche. Les bases des pousses dressées étaient entourées d'une touffe épaisse de feuilles mortes qui abritaient quelques limbes hivernés de l'année précédente, jonchant le sol. Voici donc les conditions qui semblent indispensables à la maturation des périthèces.

Ceux-ci couvraient une grande partie des limbes hivernés et se présentaient sous forme de petits points noirs à peine visibles, faisant saillie sur l'épiderme inférieur.

Des coupes faites au microtome m'ont démontré leur structure (fig. 22, gr. 313). Le périthèce adulte (mesurant 100 : 100 μ), piriforme, avec un ostiole peu saillant, est entouré d'une épaisse coque brune et renferme, disposés sur un large plectenchyme basal, quelques asques en forme de massue, qui sont flanqués de rares paraphyses ; les asques contiennent 8 spores en deux rangées ; celles-ci sont arrondies au début avec une faible entaille au centre ; plus tard elles s'allongent et se cloisonnent. Finalement elles deviennent bicellulaires et pointues.

Elles mesuraient, dans mes préparations, 6-9 : 1 μ.

Je me suis servi des périthèces mûrs pour obtenir des cultures ascogènes. Voici comment j'ai procédé : j'ai lavé, dans de l'eau courante, les feuilles

hibernées, puis j'en ai découpé des plages à périthèces ; j'ai placé celles-ci, pendant deux heures, jusqu'à leur dessication complète, au-dessus d'une couche d'agar de malt. Le milieu de culture s'est couvert, six jours plus tard, de nombreuses colonies de levures, entre lesquelles ont apparu des quantités de petites touffes violettes. Leur identification ne présentait aucune difficulté. Repiqué en cultures sur lames, le mycélium montrait la coloration violette et produisait les conidies typiques du *Ramularia variabilis*. Inoculé sur la face inférieure des feuilles de *Digitalis purpurea* (le 26 juin) le champignon a provoqué le 4 juillet, au plus tard le 18 juillet, les symptômes très typiques que j'ai décrits plus haut.

Tous ces faits démontrent d'une part l'identité des cultures ascogènes et conidigènes du *Ramularia variabilis*, de l'autre la connexion entre le stade conidien et le stade ascosporé.

Mes essais d'infection faits sur le *Verbascum nigrum* avec ces mêmes cultures ascogènes ont échoué, comme ceux que j'avais tentés avec les cultures conidigènes.

Je n'ai pu trouver dans la littérature de description qui corresponde à celle que je viens de donner pour le stade parfait du *Ramularia variabilis*. Les *Ascochyta digitalis* Fuck et *Ascochyta Mœlleriana* qui se rapprocheraient le plus de notre Champignon ne lui sont pas identiques. Leurs périthèces se trouvent d'ailleurs, suivant les auteurs, sur des feuilles vivantes de la digitale. Je propose le nom de *Mycosphaerella variabilis* pour le stade ascosporé du *Ramularia variabilis*.

En résumé, le *Ramularia variabilis* possède comme organes reproducteurs des *conidies*, des *pycnides*, des *sclérotes* et des *périthèces*. La formation des périthèces qui manquent à la plupart des espèces voisines, pourrait s'expliquer par le fait que le *R. variabilis* vit sur des feuilles très massives et par là plus résistantes à la décomposition. Le Champignon y trouve, par conséquent, un milieu particulièrement favorable à la maturation de ces organes qui est toujours de longue durée.

C'est cette particularité qui le distingue en premier lieu d'une autre espèce, le *Ramularia Lampsanæ*, à l'étude de laquelle je passe à présent.

RAMULARIA LAMPSANÆ DESM.

Le *Ramularia Lampsanæ* qui est la troisième espèce traitée dans ce mémoire présente des analogies incontestables avec le *Ramularia Saxifragæ*. Les deux vivent à l'intérieur de feuilles relativement minces qui dépérissent bientôt après l'infection et se désagrègent complètement au courant de l'hiver. D'autre part il se distingue du *R. Saxifragæ* par certains caractères correspondant aux particularités de son hôte : le *Lampsana communis* est une plante annuelle qui apparaît en été, à un moment où le *Saxifraga granulata* est sur son déclin ;

elle disparaît complètement en automne après la maturation de ses fruits.

Etudier dans quelle mesure la biologie de l'hôte retentit sur le développement du parasite, voici le but que je me suis proposé.

J'ai identifié le Champignon d'après la description de Rabenhorst (Cryptogamenflora, t. VIII, p. 528) que je résume : Le *R. Lampsanæ* produit des taches foliaires, petites au début, qui s'agrandissent dans la suite et se dessèchent; la dessiccation s'étend finalement sur une grande partie du limbe. Les conidiophores se forment sur la face inférieure de la feuille et lui communiquent une teinte blanche. Les filaments conidifères de 20-50 : 2,5-4 μ émergent en buissons entre les cellules stomatiques ; ils sont dépourvus de cloisons et se ramifient par des petites branches hyalines; les conidies sont allongées, elliptiques ou allongées et fusiformes, pointues des deux côtés, rarement claviformes et arrondies ; elles se forment en chaînes et sont uni ou bicellulaires hyalines de 6-20 : 2-4 μ. Selon v. Höhnel on trouve en automne à l'intérieur du tissu foliaire des sclérotes globuleux qui pourraient représenter des ébauches de périthèces.

Voici en quoi se résument nos connaissances actuelles relatives au *R. Lampsanæ*. J'ai repris l'étude du parasite que personne n'avait examiné sur du matériel vivant.

Le *Lampsana communis* est une plante fréquente des décombres qui se trouve souvent à des lieux ensoleillés. A ces stations elle ne semble pas être parasitée. Elle l'est uniquement à des endroits ombragés, dans les taillis ou le long des routes forestières.

La maladie se manifeste d'abord sur les feuilles inférieures, les plus âgées, par une légère décoloration jaune. La tache se couvre ensuite d'un duvet gris qui s'étend sur une grande partie de la face inférieure du limbe ; celui-ci se flétrit et dessèche prématurément, comme il est décrit dans la flore de Rabenhorst. Le fait de fructifier avant d'avoir tué les tissus de l'hôte constitue un caractère spécifique du parasite. C'est là une de ses particularités qui le distinguent essentiellement du *Ramularia Saxifragæ*.

Je me suis demandé dans quelle mesure les symptômes de la maladie sont déterminés par les qualités morphologiques et physiologiques du Champignon. J'ai tranché la question par son étude anatomique et culturale.

Sur des coupes de jeunes taches foliaires, à peine visibles, j'ai fait les observations suivantes : Le parasite remplit tous les espaces intercellulaires de son mycélium extrêmement fin (fig. 23, gr. 666). Contrairement au *R. Saxifragæ* il n'exerce, au début, aucune action nocive sur les tissus. Les filaments mycéliens s'agrandissent, à mesure qu'ils gagnent de l'espace ; ayant pénétré dans les cavités soustomatiques ils s'élargissent subitement ; le Champignon semble, à ce moment, changer d'attitude vis-à-vis des cellules qu'il englobe : dès à présent il les perce, çà et là, de ses suçoirs, comme le montre la figure 24 (gr. 666) à gauche.

Ces symptômes sont les signes précurseurs de la sporulation (fig. 24) : une

branche du mycélium vient se diriger vers la cavité stomatique ; elle se cloisonne en plusieurs articles dont chacun représente la cellule mère d'un filament conidifère. Ces filaments s'allongent en faisceaux et produisent, au niveau de l'épiderme, une ou deux conidies. Par leur croissance les conidiophores finissent par dilater et obturer l'appareil stomatique.

Le conidiophore une fois constitué se ramifie d'avantage et élargit en même temps sa base (fig. 25, gr. 666). L'obturation des stomates devient de plus en plus complète et c'est elle qui entraîne la flétrissure du limbe. La dessiccation et la mort de la feuille en sont la conséquence fatale. La maladie est rentrée dans sa deuxième phase.

Il existe, d'après ce qui précède, un enchaînement très intéressant entre les caractères du parasite d'une part, et les symptômes de la maladie de l'autre. Le mycélium vit en symbiose dans les espaces intercellulaires, puis il fructifie dans la cavité stomatique sans rompre l'épiderme. Mais par l'obturation des stomates il asphyxie finalement les tissus qui se flétrissent et se dessèchent. Ces caractères pathogènes distinguent donc fondamentalement le *Ramularia Lampsanæ* des espèces étudiées ci-dessus.

Par la dessiccation du limbe et la mort des tissus, le parasite détériore lui-même ses conditions d'existence. Celles-ci deviennent précaires au moment où l'hôte, après avoir fructifié, disparaît de la surface. Le Champignon est menacé par la sécheresse et le manque de nourriture, résultant de la désagrégation complète de la substance foliaire. Tout cela semble prévu, car il se constitue, dès la disparition des conidiophores, des quantités de sclérotes. Ces organes s'ébauchent sous forme de pelotons pareils à ceux du *Ramularia Saxifragæ* (fig. 26 à gauche, gr. 226). Par un développement analogue il en résulte finalement les mêmes corps globuleux, constitués d'un plectenchyme homogène et d'une coque brune (fig. 26, à droite).

Dans la suite ces ébauches évoluent de deux façons différentes : d'une part ils se transforment en pycnides. La figure 27, vue au grossissement de 500, montre le début de cette métamorphose, au centre de l'organe : des cellules non différenciées antérieurement se remplissent de protoplasme et multiplient leurs noyaux. Ce processus gagne de proche en proche les cellules du voisinage ; finalement tout le massif, la coque exceptée, est transformé en un amas de petites cellules scolécoïdes. Celles-ci se fractionnent ensuite en articles uninucléés qui constituent les pycnospores.

Arrivées à maturité ces pycnospores sont évacuées par un ostiole qui se creuse dans la coque.

Dans d'autres cas les sclérotes restent massifs au lieu de se différencier en pycnides. A l'état adulte (fig. 28, pl. V, gr. 226) ils sont exactement pareils à ceux que je viens de signaler chez le *Ramularia Saxifragæ* et *variabilis*. On les trouve en abondance, pendant tout l'hiver, à l'intérieur des feuilles mortes, où ils constituent, à côté des pycnides, les organes de conservation du parasite.

Tel est le développement du *Ramularia Lampsanæ* dans son milieu naturel. Mes observations ont porté, dans la suite, sur son évolution en milieu artificiel.

L'obtention de cultures pures ne présente pas de difficultés. Les conidies, prélevées de la feuille malade et ensemencées sur agar de malt, donnent des colonies qui se distinguent à la fois de celles des *R. Saxifragæ* et du *variabilis*, d'abord par leur couleur jaunâtre. Ce pigment vire suivant la composition du milieu. Légèrement rose en présence de maltose et de $(NH^4)\,2SO^4$ (fig. 29, gr. nat.), il devient gris verdâtre, si l'on remplace le maltose par le glucose ou le galactose. Il disparaît complètement, si l'on réduit à 0,2 p. 100 la quantité du sucre.

D'autre part, les colonies du *R. Lampsanæ* sont de taille plus petite et leur croissance est plus lente que chez les autres espèces. On peut attribuer cette particularité à son adaptation moins facile au milieu artificiel qui résulte de son parasitisme plus accentué.

L'étude morphologique des cultures en tubes a été complétée par l'étude microscopique des cultures sur lames. Le mycélium est formé d'hyphes abondamment ramifiées — d'où l'aspect cotonneux des colonies — dont les branches sont insérées sous un angle droit. Les cellules sont très effilées et présentent de place en place des constrictions très typiques (fig. 30, gr. 666). Sur les parties anciennes du mycélium naissent les conidies qui se détachent au moindre contact ; j'ai étudié leur mode de multiplication sur des chaînes conidiennes fragmentées (fig. 31, gr. 666). Ayant atteint sa taille définitive la conidie se rétrécit au centre (31, *a* et *b*), puis son noyau se divise en deux noyaux fils (*c*, *d*) dont chacun émigre dans l'un des deux lobes nouvellement formés (*e*). Les deux conidies ainsi constituées se séparent par une cloison (*f*) et le jeu recommence (*g*, *h*).

Je signalerai d'autres phénomènes observés dans ces mêmes cultures. A un état plus avancé de son développement le mycélium élargit ses cellules (fig. 32 *a*, gr. 500) et épaissit irrégulièrement ses membranes (fig. 32 *b*) ; en même temps son contenu cellulaire devient granuleux (fig. 32 *c*). De pareilles cellules accumulées (fig. 32 *d*) constituent finalement des glomérules analogues aux sclérotes. Pour les distinguer je les appelle pseudosclérotes ; je les considère comme organes de conservation résistants à la dessiccation du substratum. Je n'ai rien trouvé d'analogue chez les autres espèces.

Comme les cultures sur lames se dessèchent relativement vite j'ai dû étudier le développement ultérieur du Champignon sur mes cultures en tube.

Des coupes faites dans ces milieux inclus à la paraffine m'ont révélé la présence de véritables sclérotes analogues à ceux qu'on trouve dans les feuilles mortes. La figure 33 (culture sur agar de glucose à 1 p. 100 et $(NH^4)\,2SO^4$: 0,1 p. 100), vue au grossissement faible de 36, le démontre.

A la surface de la gélose il s'est formé un plectenchyme brun, comme chez le *Ramularia Saxifragæ* et *variabilis* ; en dessous on remarque la couche à sclérotes. Ceux-ci sont plectenchymateux et non différenciés.

Je signalerai en fin de compte que mes cultures pures m'ont servi pour des expériences d'infection. Comme le *Lampsana communis* ne s'adapte pas à la culture en serre, on ne s'étonnera pas que tous mes essais aient abouti à des échecs.

RAMULARIA PARIETARIÆ PASSER

L'influence de l'hôte sur la biologie du parasite est particulièrement évidente dans le cas du *Ramularia Parietariæ*. J'ai récolté cette espèce dans des pays dont les conditions climatiques sont différentes du nôtre (Algérie, midi de la France, Bretagne).

Nos connaissances relatives au *R. Parietariæ* sont limitées à la diagnose du Champignon. Rabenhorst (vol. I, t. VIII, p. 440) s'exprime ainsi : Le *R. P.* produit des taches foliaires arrondies de 1 à 3 millimètres de diamètre, légèrement boursoufflées, brunes et qui se dessèchent finalement. Il se forme au centre de ces taches des petits gazons épais de filaments conidifères allongés, non cloisonnés, hyalins mesurant 50-70 : 3-4 μ ; les conidies sont allongées, presque cylindriques uni ou bicellulaires mesurant 20-20: 4,5 : 5,5 μ. Le Champignon vit sur des feuilles flétries de *Parietaria officinalis* et du *Parietaria ramiflora.*

Je l'ai observé uniquement sur le *P. ramiflora* et j'ai pu constater, à cette occasion, que les indications fournies par Rabenhorst sont exactes.

Pour étudier la biologie, entièrement inconnue du parasite, l'obtention de cultures pures était primordiale. Je n'ai éprouvé aucune difficulté, à cet égard, à condition toutefois d'avoir choisi un matériel d'origine mesuffisamnt pur.

Les conidies germantes émettent un filament grêle (fig. 34, pl. VI, gr. 500) ; celui-ci s'allonge et donne un mycélium peu ramifié dont les branches contractent fréquemment des anastomoses (fig. 34 *b*). Dans ses parties jeunes il renferme des petits noyaux (fig. 34 *c*) qui s'agrandissent dans le mycélium plus âgé. Celui-ci produit de nombreuses conidies qui se séparent les unes des autres au moindre contact. Exceptionnellement elles peuvent rester réunies, comme le représente la figure 34 *d*.

Les colonies telles qu'elles se sont présentées dans mes cultures sont moins bombées que chez les autres espèces ; de même leurs bords sont plutôt effacés et leurs surfaces pruineuses (fig. 35 gr. nat.) (culture de quatre semaines sur agar à maltose à 2 p. 100 et à KNO^3 à 0,2 p. 100). Leur teinte qui est d'un blanc pur sur ce milieu, vire au jaune crème, si l'on remplace le maltose par le glucose. Elle se transforme en rose, lorsqu'on choisit comme source azotée le phosphate d'ammonium à 0,5 p. 100 ; les colonies, velouteuses ailleurs, y prennent une surface plutôt glabre.

En résumé, le Champignon est peu sensible aux changements de son milieu nutritif. Son aspect, de même ses qualités physiologiques varient moins que chez les autres espèces. Le mycélium sporule sur la plupart des milieux, sans produire d'organes reproducteurs autres que les conidies.

L'étude culturale a été complétée par des expériences d'infection. Mes essais ont porté sur le *Parietaria officinalis* et le *Parietaria ramiflora* qui ont été indiqués les deux comme hôtes du *Ramularia Parietariæ*. Je me suis servi de pieds empotés en août et qui s'étaient regarnis de nombreuses pousses fraîches. Sur les jeunes feuilles j'ai déposé, le 6 octobre 1924, soit du côté supérieur, soit du côté inférieur, des gouttelettes renfermant des conidies en suspension. L'infection n'a pas failli dans un seul cas. Ont apparu, dès le 18 octobre, de minimes taches brunes disséminées sur toute la surface foliaire ; elles se sont agrandies rapidement et ont formé, quelques jours plus tard, sur le côté inférieur, des touffes de conidiophores pareilles à celles que j'avais observées dans la nature. Ces résultats identiques pour le *Parietaria officinalis* et *ramiflora* démontrent que le *Ramularia Parietariæ* est « plurivore ».

Ces mêmes essais, répétés au mois de novembre, m'ont donné des résultats un peu différents : d'abord la période de latence était plus longue (du 26 novembre au 20 décembre) ; ensuite il n'y a jamais eu production de conidiophores.

Pour élucider, dans tous ses détails, le phénomène de l'infection, j'ai fait des inoculations à des endroits marqués du limbe.

Des coupes faites dans ces plages, sept jours après l'inoculation, m'ont montré la présence du Champignon dans tous les tissus du mésophylle. Les hyphes, d'après ce que montre la figure 36 (gr. 313), s'attaquent de suite aux cellules vivantes, à l'intérieur desquelles elles émettent des suçoirs. La mort précoce des tissus foliaires et l'apparition des plages nécrosées en est la conséquence. A cet égard le *R. Parietariæ* se distingue fondamentalement du *R. Lampsanæ* dont le mycélium ne s'attaque pas aux tissus, mais les asphyxie par l'obturation des stomates. Par son mode d'infection le *R. Parietariæ* se rapproche donc plutôt du *R. Saxifragæ*. Comme ce dernier, il se masse ensuite dans les tissus superficiels de la plage nécrosée, notamment à l'intérieur des cellules épidermiques. Là il constitue de petits pelotons mycéliens formés de filaments enroulés en spirales. Par leur extension l'épiderme foliaire est finalement rompu, et les hyphes ainsi mises à jour, s'allongent en filaments conidifères (fig. 37, gr. 500) ; d'autres suivent à leur tour et il se constitue un conidiophore semblable à celui du *Ramularia Saxifragæ*. Son rôle est de former des conidies (fig. 38, gr. 500).

La production des conidiophores semble liée à une certaine périodicité. C'est ainsi du moins qu'on pourrait s'expliquer leur disposition, en cercles concentriques. Cette production ne s'arrête pas immédiatement après la chute des feuilles, au contraire elle prend de l'extension. J'ai trouvé, à des endroits humides, des feuilles succombées à l'infection, dont toute la face inférieure était saupoudrée de conidies.

Le *Parietariæ ramiflora* est une plante vivace qui végète dans un climat océanique et produit pendant toute l'année des feuilles vertes sur lesquelles

peut se maintenir le parasite. On s'attendra donc à ce que celui-ci renonce à la formation des sclérotes (comme j'ai pu le mettre en évidence pour le cas analogue du *R. Geronii pusilli*).

Pour voir s'il en est ainsi j'ai hiverné un lot de feuilles malades dans des conditions aussi naturelles que possible, les plaçant à la surface de sable humide, à l'abri des gelées. Puis je les ai déposées, pendant quelques jours, en chambre humide pour les examiner à des intervalles réguliers. J'ai constaté sur des coupes faites au microtome, que les conidiophores n'avaient pas disparu des feuilles mortes (fig. 39 gr. 500). Au contraire ils s'étaient accrus et les membranes de leurs parties basales s'étaient brunies. Ils continuaient à fonctionner après l'hivernation comme le démontrait la présence des conidies issues des filaments périphériques.

De mes recherches relatives à la biologie du *Ramularia Parietariæ* se dégagent les faits suivants : Le parasite ne possède ni pycnides, ni sclérotes, ni périthèces. Les conidies, produites pendant toute l'année sur ses feuilles vertes, se chargent de sa dissémination *en été et en hiver*. La formation des conidies peut continuer après la chute de la feuille.

Résumé et Conclusions.

Je résume, sous forme d'un tableau, les principaux résultats auxquels ont abouti mes recherches (voir page 162) :

Pour tirer les conséquences générales de mes études j'ai comparé mes résultats à ceux des auteurs qui s'étaient occupés du genre *Ramularia*.

La plupart des travaux visent exclusivement le côté taxonomique et négligent les questions biologiques. Mon choix s'est arrêté aux recherches faites par Prillieux (1), Schellenberg (2) et Klebahn (3) sur le *R. Tulasnei*, par Klebahn sur le *R. Hieracii*, par Laibach (4) sur le *R. Knautiæ* et aux miennes faites sur le *R. Adoræ* et le *R. Geranii* (*loc. cit.*).

Etudions comparativement les caractères que présentent les espèces énumérées ci-dessus, soit en milieu naturel, soit en milieu artificiel.

1° Pour ce qui concerne leur pouvoir d'infection, la plupart des espèces du genre *Ramularia* sont restreintes à un seul hôte ; les cas de plurivorie sont elativement rares (*R. Geranii*, *R. Parietariæ*).

2° Les symptômes de la maladie se manifestent le plus souvent sous forme

(1) Prillieux et Delacroix, Maladies des plantes agricoles, Paris, 1895, vol. II, p. 268.
(2) Schellenberg 1917, Über die Entwicklungsverhältnisse der Mycosphaerella Fragariæ Vierteljahrschrift der naturforsch. Gesellsch. Zurich.
(3) Klebahn (H.) 1918, Haupt u. Nebenfruchtformen der Ascomyceten I Teil Leipzig. Gebr. Borntraeger.
(4) Laibach 1921, Untersuchungen über einige Ramularia-und Ovularia-arten und ihre Beziehungen zur Askomycetengattung Mycosphaerella I Ramularia Knautiæ Centralbl. f. Bacter. II 53, p. 548.

ESPÈCE	MILIEU NATUREL					MILIEU ARTIFICIEL					
						6. COLONIES.			7. ORGANES.		
	1. *Infections sur :*	2. *Symptômes.*	3. *Myceliums.*	4. *Conidiophores.*	5. *Organes d'hiverna-tion.*	Grandeur.	Couleur.	Structure.	Conidies.	Sclérotes.	Pycnides.
R. Saxifragæ.	*Saxifragæ granulata.*	Nécrose.	Tue les tissus.	Perce l'épiderme.	Conidies, sclérotes.	Grandes.	Blanches.	Cotonneuses.	+	+	—
R. variabilis.	*Digitalis purpurea.*	Nécrose.	Ménage les tissus au début, les tue ensuite.	Traverse les stomates au début, perce l'épiderme ensuite.	Conidies, sclérotes, pycnides, périthèces.	Grandes.	Bleues.	Cotonneuses.	+	+	+
R. Lampsanæ.		Flétrissure.	Ménage les tissus, mais obture les stomates.	Traverse les stomates.	Sclérotes, pycnides.	Petites.	Jaunâtres.	Cotonneuses.	+	+	+
R. Parietariæ.	*Parietaria officinalis et ramiflora.*	Nécrose.	Tue les tissus.	Perce l'épiderme.	Conidies.	Grandes.	Blanches.	Pruineuses.	+	—	—

d'une nécrose locale des tissus qui suit de près l'invasion du parasite. Dans d'autres cas, au contraire, il se produit d'abord une flétrissure du limbe qui entraîne sa dessiccation (*Ramularia Lampsanæ*).

3° Les conidiophores peuvent se former de deux façons différentes. Ou bien ils s'ébauchent dans la cavité soustomatique ; dans ce cas l'épiderme reste intact (*R. Lampsanæ* et *R. variabilis*). Ou bien les conidiophores rompent directement l'épiderme foliaire nécrosé, comme cela se produit chez la plupart des espèces. Chez le *R. variabilis* finalement les deux modes de sporulation sont adoptés successivement.

Les différences structurales des ébauches se manifestent encore à l'état adulte. Les conidiophores interstomataires sont formés de filaments parallèles, les autres se présentent sous forme de pelotons globuleux. Quant aux conidies, leur développement, leur ramification, leur déhiscence et leur germination ne présentent aucune différence importante chez les espèces considérées.

4° Les espèces de *Ramularia* étudiées jusqu'à présent se distinguent fondamentalement par leur mode d'hivernation. Les unes produisent des périthèces renfermant des ascospores normales (*Ramularia Knautiæ*, *Hieracii*). Les autres n'en produisent que rarement (*Ramularia Tulasnei*, *variabilis*).

La plupart ne forment que des sclérotes qui assument comme nouvelle fonction de produire des conidies au printemps. La preuve de leur véritable nature est fournie par la présence, à leur intérieur, d'un ascogone qui disparaît bientôt avant d'avoir formé des asques. Finalement, dans la grande majorité des cas, il ne s'ébauche même plus d'ascogone et les sclérotes fonctionnent exclusivement en conidiophores.

La régression est poussée au dernier degré chez les espèces qui abandonnent même la formation des sclérotes. Je l'ai démontré pour le *R. Parietariæ*. L'étude comparative des trois races de *R. Geranii* m'en a fourni une autre preuve particulièrement intéressante. Chez le *R. Geranii silvatici*, de même que chez le *R. Adoxæ*, qui lui ressemble par sa biologie, il existe encore des sclérotes conidifères ; chez le *R. G. pyrenaici* ils sont extrêmement rares. Finalement chez le *R. G. pusilli* toute trace de sclérotes a disparu ; ils sont remplacés complètement par les conidiophores qui peuvent même sporuler sur la feuille morte, après l'hivernation (*R. Parietaræ*).

Quelques mots encore à propos des conditions qui déterminent la production des sclérotes. On serait tenté d'attribuer leur formation à l'épuisement de la nourriture et à l'arrêt de la croissance végétative. Mes essais de culture démontrent au contraire qu'une nutrition abondante du mycélium est indispensable pour leur apparition.

A côté des périthèces et des sclérotes il existe une autre catégorie de carpophores hivernants. Ce sont les pycnides, à fructification interne. Elles sont caractérisées par la présence d'une cavité centrale qui est schizogène. J'ai pu mettre en évidence la présence de pycnides chez le *R. Geranii silvatici*, le *Ramu-*

laria variabilis et le *Ramularia Lampsanæ*. D'autres ont été décrites antérieurement pour le *R. Tulasnei* par TULASNE, le *R. Hieracii* par KLEBAHN et le *R. Knautiæ* par LAIBACH.

Somme toute mes recherches ont mis en relief les faits suivants : Les différentes espèces de *Ramularia* ont des caractères distinctifs bien plus nombreux que ne l'indiquent leurs diagnoses. Mes observations faites sur leur milieu naturel et surtout sur les différents milieux artificiels en témoignent assez. Chaque espèce présente des nuances spécifiques qui se manifestent par la grandeur, la couleur et la structure de ses colonies, la formation de pycnides et de sclérotes. Tous ces caractères spécifiques aux cultures se reflètent également en milieu naturel. Telle espèce a la tendance de produire de nombreux sclérotes, telle autre de les réduire.

Toutefois le milieu artificiel est loin d'offrir aux parasites des conditions normales. On y constate toujours une simplification de leur structure. C'est ainsi qu'en milieu de culture les conidiophores manquent toujours et que les conidies se forment librement sur le mycélium ; de même les pycnides et surtout les périthèces y demeurent à l'état d'ébauches.

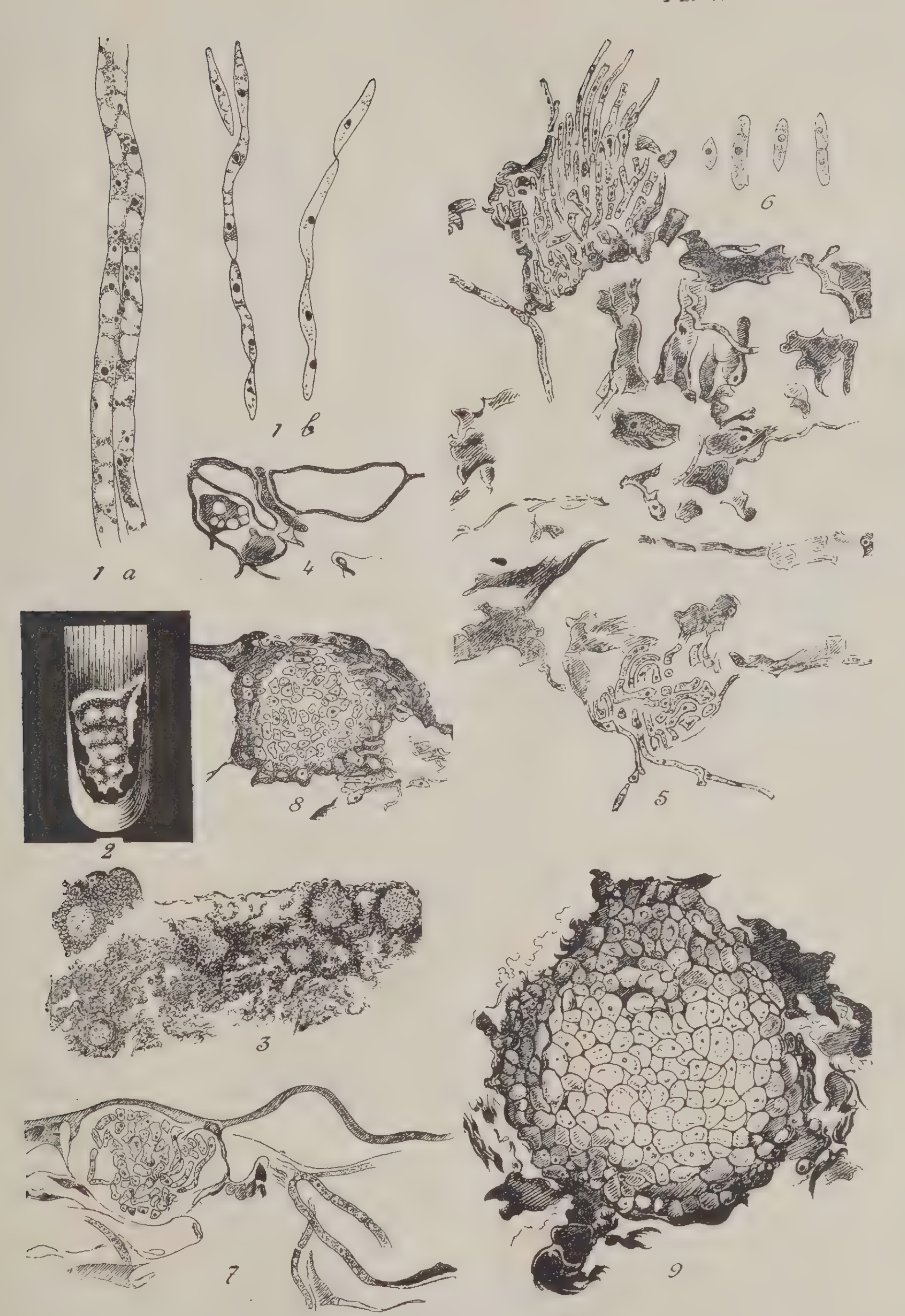
Mes recherches relatives à la biologie du genre *Ramularia* seront poursuivies sur d'autres espèces nouvellement récoltées.

Institut Botanique de Strasbourg, juin 1925.

PLANCHE I.

Ramularia Saxifragæ.

Fig. 1 *a* et *b*. — Culture sur lame : Mycélium et conidies (gr. 466).
Fig. 2. — Culture d'un mois, en tube, sur gélose à KNO^3 0,2 p. 100 + maltose à 2 p. 100 (gr. nat.).
Fig. 3. — Culture sur agar de malt c. tr. : Sclérotes (gr. 36).
Fig. 4. — Filament germinatif pénétrant par l'épiderme c. tr. (gr. 313).
Fig. 5. — Conidiophores sur feuille de *Saxifraga granulata* c. tr. (gr. 313)
Fig. 6. — Conidies (gr. 313).
Fig. 7. — Sclérote, ébauche jeune c. long (gr. 313).
Fig. 8. — Sclérote, ébauche moyenne c. long. (gr. 313).
Fig. 9. — Sclérote, adulte c. long. (gr. 313).



Killian del.

Ramularia Saxifragæ.

PLANCHE II.

Ramularia variabilis.

Fig. 10. — Culture d'un mois en tube sur gélose à KNO^3 0,2 p. 100, maltose, 2 p. 100 (gr. nat.).
Fig. 11. — Sclérote sur agar d'avoine c. long (gr. 60) (3 mois).
Fig. 12. — Culture sur lame : Mycélium (gr. 666) (5 jours).
Fig. 13. — Conidiophore jeune sur la feuille vivante de *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 14. — Conidiophore moyen sur la feuille vivante de *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 15. — Conidies (gr. 500).
Fig. 16. — Conidiophore âgé sur la feuille morte de *Digitalis* c. tr. (gr. 313).



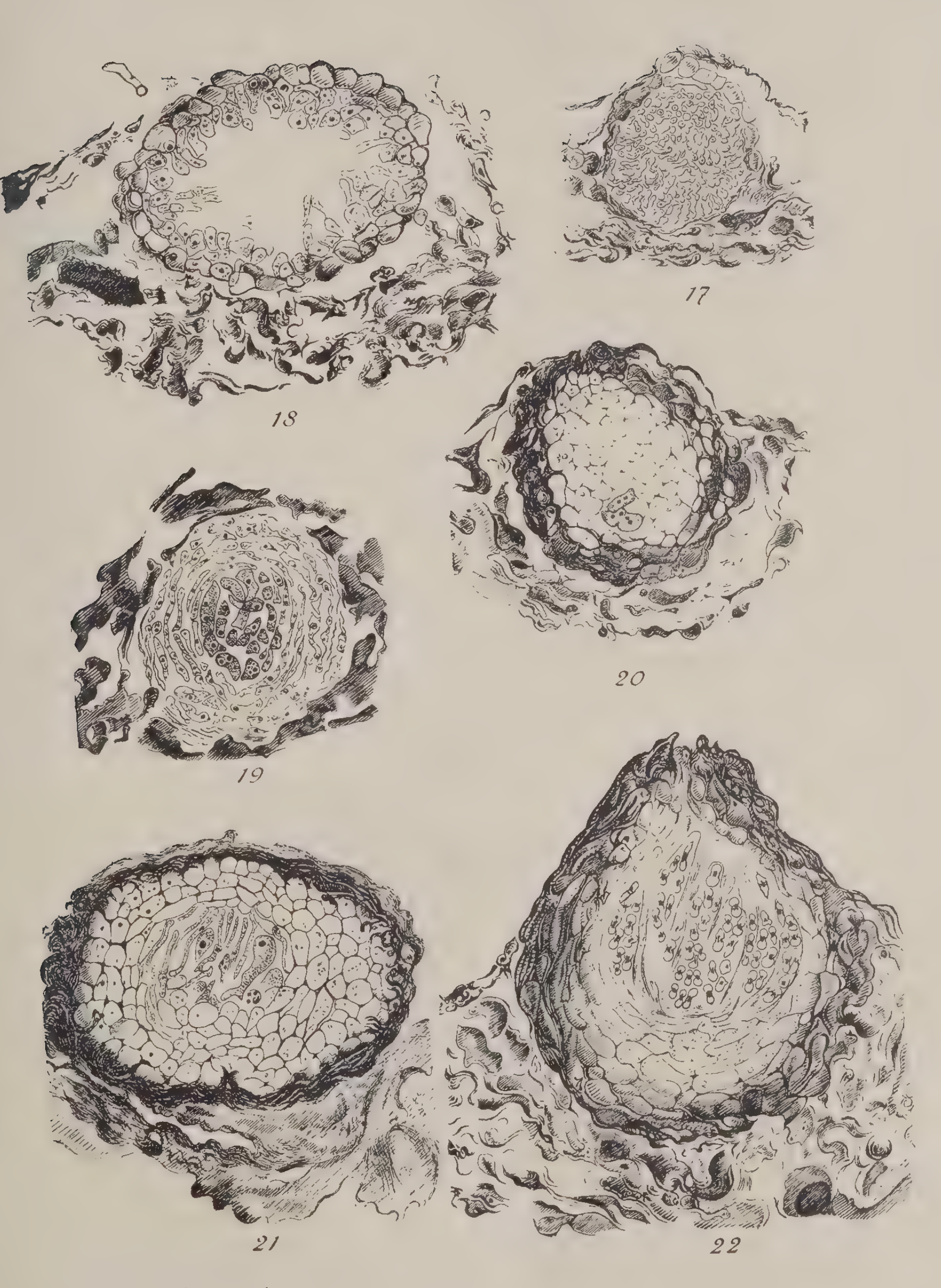
Killian del.

Ramularia variabilis.

PLANCHE III.

Ramularia variabilis.

Fig. 17. — Pycnide jeune dans la feuille morte du *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 18. — Pycnide adulte dans la feuille morte du *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 19. — Périthèce jeune avec ascogone dans la feuille morte du *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 20. — Périthèce moyen avec ascogone réduit dans la feuille morte du *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 21. — Périthèce en maturation avec pro-asques dans la feuille morte du *Digitalis* c. tr. (gr. 313).
Fig. 22. — Périthèce mûr avec asques dans la feuille morte du *Digitalis* c. tr. (gr. 313).



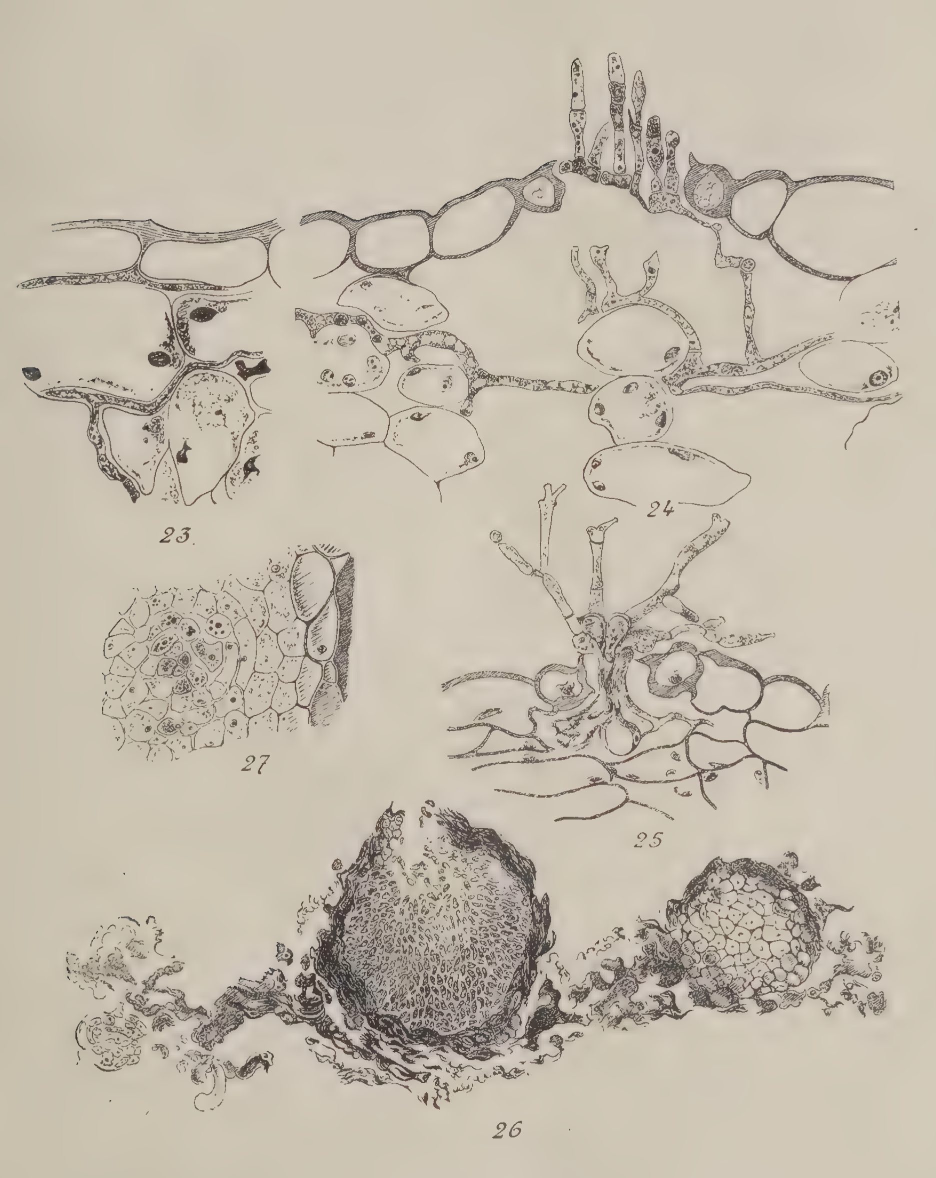
Killian del.

Ramularia variabilis.

PLANCHE IV.

Ramularia Lampsanæ.

Fig. 23. — Mycélium intercellulaire sur la feuille vivante du *Lampsana communis* c. tr. (gr. 666).
Fig. 24. — Conidiophore jeune sur la feuille vivante du *Lampsana communis* c. tr. (gr. 666).
Fig. 25. — Conidiophore adulte sur la feuille vivante du *Lampsana communis* c. tr. (gr. 666).
Fig. 26. — Pycnide ébauchée et pycnide adulte c. long. (gr. 226).
Fig. 27. — Différenciation à l'intérieur de la pycnide (gr. 500).



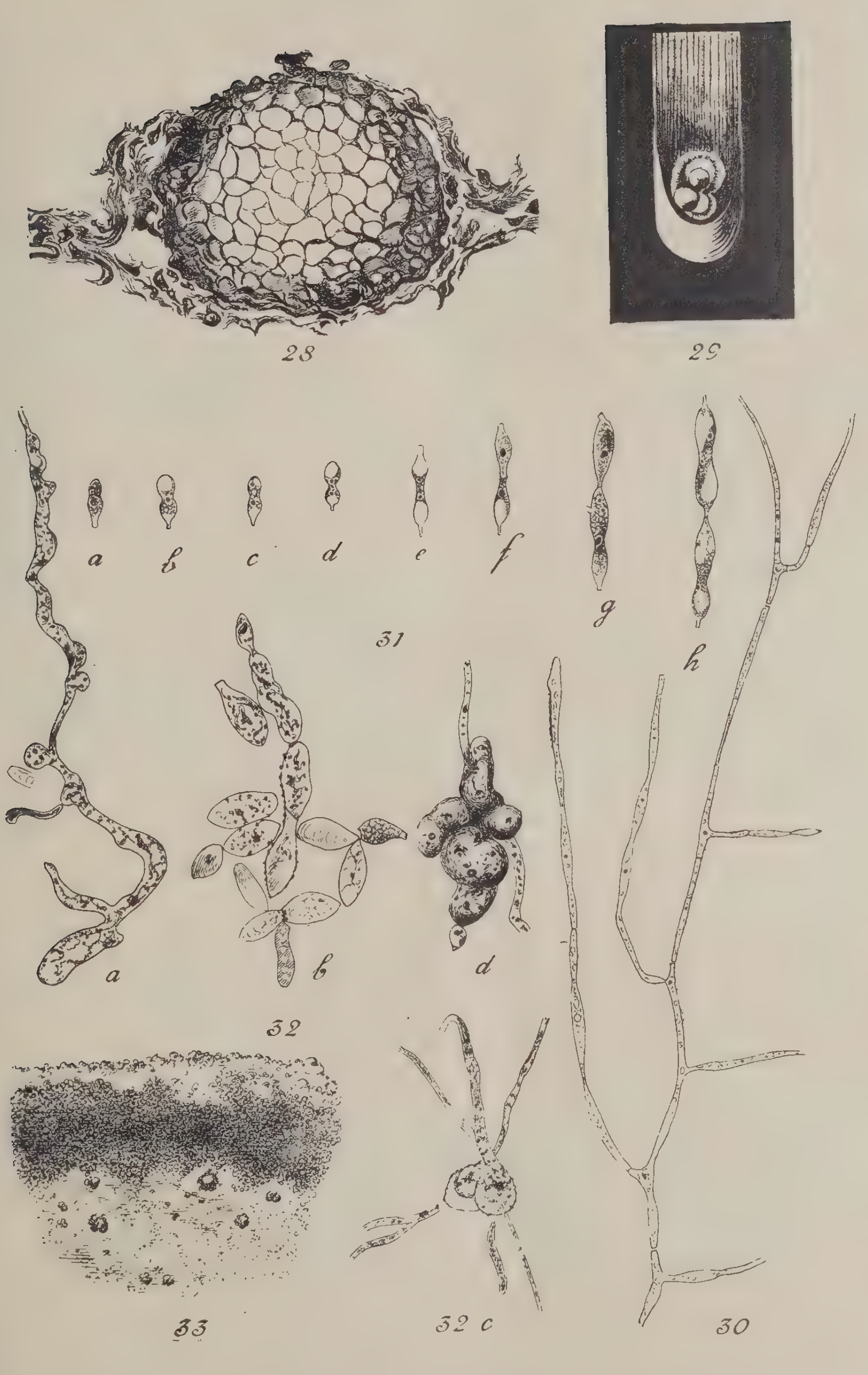
Killian del.

Ramularia Lampsanæ.

PLANCHE V.

Ramularia Lampsanæ.

Fig. 28. — Sclérote adulte dans la feuille hivernée du *Lampsana communis* c. tr. (gr. 226).
Fig. 29. — Culture d'un mois, en tube, sur gélose à KnO^3 0,2 p. 100 + maltose 2 p. 100 (gr. nat.).
Fig. 30. — Culture sur lame : mycélium (gr. 666).
Fig. 31. — Conidies : leur multiplication (gr. 666).
Fig. 32. — Pseudosclérotes, différents stades (gr. 500).
Fig. 33. — Culture sur gélose à (NH^4) $2SO^4$ 0,1 p. 100, glucose 1 p. 100 c. tr. (gr. 36).



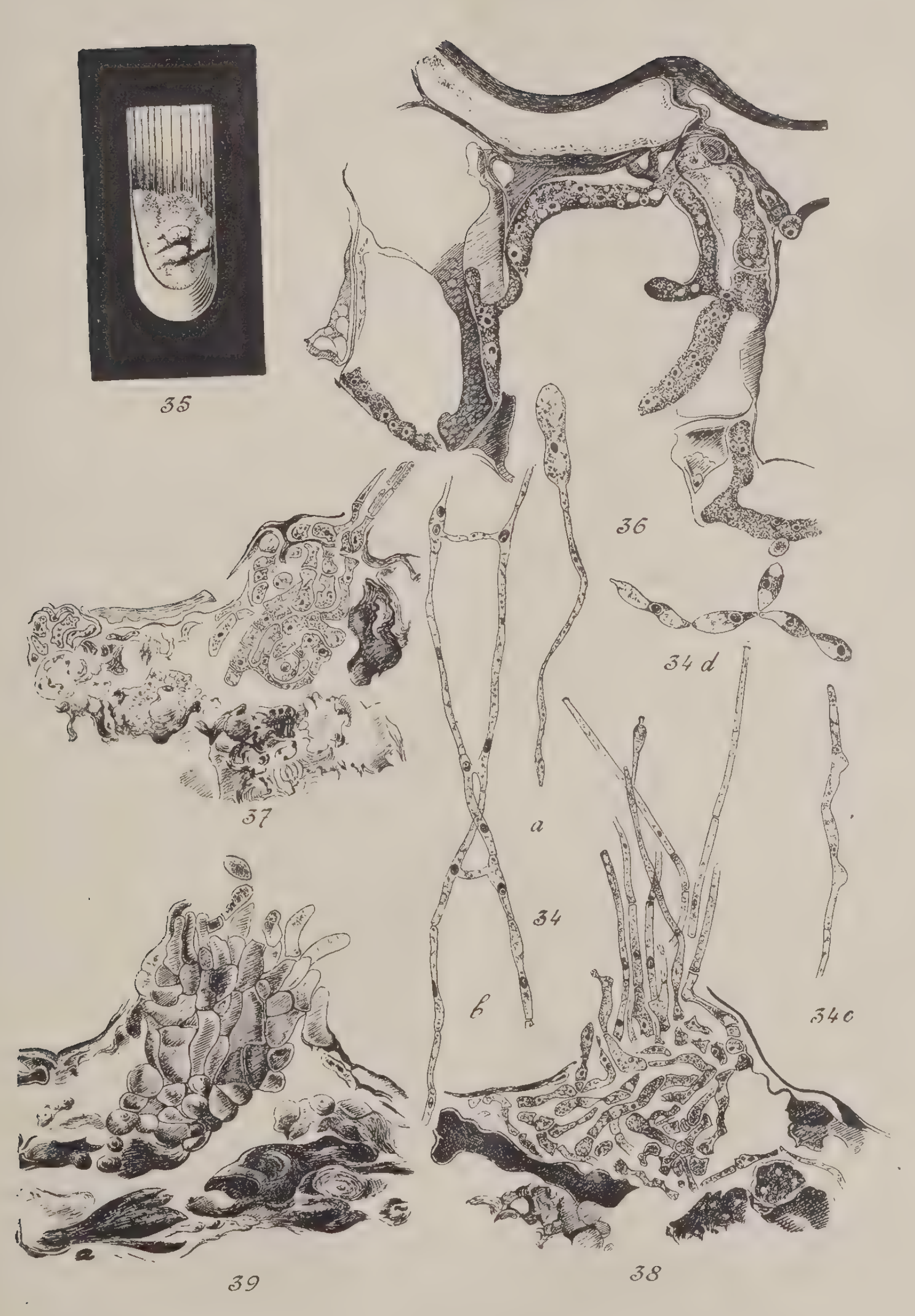
Killian del.

Ramularia Lampsanæ.

Planche VI.

Ramularia Parietariæ.

Fig. 34. — Culture sur lame : *a*) conidie germante ; *b* et *c*) mycélium ; *d*) conidies (gr. 500).
Fig. 35. — Culture d'un mois, en tube, sur gélose à KNO^3 0,2 p. 100 + maltose 2 p. 100 (gr. nat.).
Fig. 36. — Mycélium provenant d'une infection de 7 jours ; c. tr. de la feuille infectée de *Lampsana* (gr. 313).
Fig. 37. — Conidiophore ébauché sur la feuille infectée du *Parietaria ramiflora* (gr. 500).
Fig. 38. — Conidiophore adulte sur la feuille infectée du *Parietaria ramiflora* (gr. 500).
Fig. 39. — Conidiophore adulte sur la feuille hivernée du *Parietaria ramiflora* (gr. 500).



Killian del.

Ramularia Parietariæ.

RECHERCHES SUR LA BIOLOGIE DE L'ALTISE DE LA VIGNE (*HALTICA AMPELOPHAGA* GUÉR.)

par F. Picard,

Maître de conférences à la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

Sommaire :

Historique.

Biologie sur la Vigne. — Date d'apparition. — Longue survie de l'adulte. — Alimentation. — Ponte. — Vie larvaire. — Nymphose. — Cycle évolutif. — Nombre de générations, leur enchevêtrement. — Décroissance progressive de la fécondité.

L'Hibernation. — Elle n'est pas causée par le froid. — Rapports entre l'hibernation et l'estivation. — On peut réveiller l'adulte en hiver ; il meurt après s'être nourri.

Plantes nourricières autres que la Vigne. — *Vigne-viergé.* — Elle est acceptée avec répugnance. — *Saule.* — Il ne convient pas à l'Altise. Contrairement à l'opinion classique, ce ne peut être sa plante d'origine. — *Salicaire* et *Onagrariées.* — Toutes sont dévorées par l'adulte et conviennent à la ponte et au développement aussi bien que la Vigne. — *Rosier.* — L'Altise du midi ne l'accepte pas. — Race adaptée au Rosier en Algérie.

Comparaison entre H. ampelophaga et H. lythri. — L'*H. lythri* se comporte sur la Vigne comme l'*ampelophaga.* — Croisement entre les deux formes. — Différence dans les organes copulateurs. — La théorie de l'isolement mécanique. — L'*ampelophaga* est une race xérophile du *lythri.*

Rapports entre la faune des Lythrariées-Onagrariées et celle de la Vigne. — Le Gribouri (*Bromius obscurus*). — L'Altise. — Les Sphinx de la Vigne. — Les insectes de la Vigne ne sont généralement pas spécifiques.

Ennemis de l'Altise. — *Beauveria globulifera.* — *Zicrona cœrulaea.* — *Degeeria funebris.* Produit-elle la castration parasitaire ?

Historique.

L'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* Guér.) qui remonte jusque dans la France centrale, est un des principaux ennemis des vignobles sur le pourtour méditerranéen et dans le bassin de la Garonne. Ce Coléoptère a donné lieu à une

(1) Ces recherches ont été commencées avec la collaboration de T. Pagliano, actuellement professeur à l'École coloniale de Tunis, et les résultats obtenus en commun ont été publiés dans une note insérée dans les comptes-rendus de l'Académie des sciences (*T.* 172, 14 *février* 1921). Sans l'aide active de M. Pagliano je n'aurais pu suffire à tous les élevages et aux centaines d'observations minutieuses dont le résultat global, seul exposé ici, ne fera peut-être pas suffisamment ressortir ce qu'elles ont eu d'astreignant.

foule de publications, et l'on pourrait supposer que les moindres détails de sa biologie sont complètement élucidés. L'étude à laquelle je me suis livré m'a montré qu'il n'en était rien ; la fécondité de l'adulte, la durée de sa vie, le nombre annuel des générations, le mode de dépôt des œufs, le régime alimentaire autre que la Vigne, peuvent être considérés comme complètement inconnus, si étrange que cela paraisse pour un insecte aussi commun et intéressant la pratique à un si haut point. Tout ce qui a été publié sur son compte consiste presque exclusivement, il est vrai, en articles de vulgarisation faits de seconde main et généralement par des personnes étrangères à la zoologie. La source de tous ces articles est à peu près uniquement l'ouvrage de V. Mayet sur les Insectes de la Vigne (1). Il faut y ajouter un travail de J. Feytaud (2) où l'on trouve quelques renseignements nouveaux.

D'après V. Mayet, qui a étudié l'Insecte à Montpellier, l'adulte apparaît en avril. Il commence par se nourrir aux dépens du feuillage de la Vigne : « Le jeûne de l'hiver aussitôt réparé, dit-il, l'accouplement s'opère et la ponte commence. Celle-ci terminée, l'Insecte ne tarde pas à mourir. » La ponte comprend une trentaine d'œufs placés au revers des feuilles. Le nombre de générations serait de cinq en captivité, de trois ou quatre à l'état de nature, la dernière passant l'hiver sous forme d'imago dans des abris de toute sorte. Enfin l'Altise vit, dans la nature, aux dépens des Saules.

La biologie de l'Insecte, ainsi résumée, est inexacte sur tous les points, comme le démontrera l'exposé de mes observations, faites également à Montpellier. J. Feytaud, qui a fait les siennes dans le Bordelais, admet les vues de V. Mayet, sauf en ce qui concerne le nombre de générations qui, d'après lui, ne serait que de deux.

La recherche de moyens de destructions contre un Insecte dont la biologie doit être considérée comme inconnue semble prématurée, et j'ai cru plus urgent de m'attacher à élucider son comportement, base de toute lutte rationnelle. Je me suis rapidement aperçu que l'examen dans la nature ne pouvait donner que des résultats erronnés et ne permettait de se rendre compte, ni de la durée de chaque stade, ni de la fécondité, ni même du nombre de générations ; l'élevage au laboratoire est nécessaire, mais il se heurte à de grandes difficultés.

Il faut isoler des couples, observer jour par jour les accouplements, les pontes, noter les éclosions, transporter chaque jour les larves de tout âge sur de la nourriture nouvelle, etc. Dix couples furent ainsi récoltés dès l'apparition de l'espèce, c'est-à-dire le 14 avril, et placés séparément sur des rameaux de vigne changés chaque jour. Les œufs, prélevés et numérés aussitôt qu'ils étaient déposés, étaient placés sur des feuilles fraîches dès l'approche de la naissance des larves, et la descendance *totale* de chaque couple suivie stade par stade. Il en fut de même pour les générations suivantes. Une Altise pouvant

(1) V. Mayet, Les Insectes de la Vigne (Montpellier 1890).
(2) J. Feytaud, L'Altise de la Vigne (*Bullet. Société zool. agric.*, Bordeaux 1911).

pondre jusqu'à 500 œufs, le travail nécessité par ces observations fut donc considérable et ne fut rendu possible que par le concours dévoué de M. Pagliano. Mais il était nécessaire d'agir ainsi pour obtenir les résultats précis que je vais exposer. Ces élevages en captivité ne m'ont d'ailleurs pas dispensé d'inspections de contrôle faites journellement dans les vignobles.

Biologie sur la Vigne.

L'Altise de la Vigne quitte ses retraites d'hiver au printemps, à une époque variable suivant la température de la saison. Ordinairement on commence à voir apparaître quelques individus qui sortent aux premiers jours ensoleillés de la fin de mars ou du début d'avril. Mais ils sont peu actifs, ne s'accouplent pas encore et se cachent de nouveau dès que le temps se refroidit. Ce n'est que quelques jours plus tard que l'apparition est massive et définitive. En 1920, le début du printemps n'ayant pas été très chaud à Montpellier, ce ne fut que le 14 avril que l'on vit les Altises en nombre un peu considérable et que s'observèrent les premières tentatives d'accouplement.

C'est donc à cette date que furent recueillis les 10 couples qui sont l'objet des observations exposées ici. Il était impossible d'en suivre davantage faute de temps ; mais plusieurs centaines d'individus furent placés dans des cages communes, afin de fournir des parasites et aussi du matériel en vue d'expériences éventuelles.

D'après V. Mayet, l'adulte commence à manger ; puis, lorsqu'il s'est rassasié, il s'accouple, pond et meurt. Il n'en est nullement ainsi : les accouplements débutent dès l'apparition et coexistent avec les premiers repas de l'Insecte. Ils sont multiples, quelquefois presque journaliers, et se répètent jusqu'aux derniers jours de la vie des conjoints. Cette multiplicité d'unions sexuelles paraît d'ailleurs inutile à la fécondation des œufs. Une femelle qui vécut un mois après la mort de son mâle, pondit encore, dans ce laps de temps, plus de 200 œufs qui donnèrent tous des larves.

Les 10 femelles recueillies le 14 avril, et accouplées le même jour, commencèrent à pondre à partir du 17. L'œuf, bien connu, est jaune, ovoïde, mesurant un demi-millimètre de long sur un quart de large. Sa couleur peut varier du jaune foncé au jaune très pâle sans que la teinte influe sur sa destinée ultérieure. Il est fréquemment surmonté d'une petite crotte noirâtre, bizarrement interprétée par V. Mayet comme un moyen de protection.

Les pontes sont déposées par plaques ou par petits amas qui peuvent comprendre de 1 à 31 œufs, avec une moyenne de 12. D après les auteurs, ces plaques sont placées à l'envers des feuilles. Mes observations montrent qu'elles peuvent l'être aussi au-dessus. Sur un total de 524 œufs pondus par une femelle, 390 se trouvaient à la face inférieure, 144 à la face supérieure. Une autre femelle accola 132 œufs au revers de la feuille, 190 sur le dessus. Il n'y a donc

pas d'attraction plus grande pour une face que pour l'autre, et, si les œufs sont plus souvent placés au revers dans la nature, cela tient à ce que l'adulte, surtout à mesure que la température s'élève, fuit l'ardeur du soleil en se confinant davantage sur la face la moins éclairée.

Les pontes sont extrêmement nombreuses. Bien loin de déposer une trentaine d'œufs puis de mourir, la femelle qui a hiverné peut survivre jusqu'à la fin de juillet et pondre presque jusqu'à sa mort, atteignant ainsi un total qui dépasse fréquemment 500 œufs. Une femelle qui mourut le 25 juillet pondit du 17 avril au 22 juillet. Pendant ces quatre-vingt-dix-sept jours de reproduction, les œufs furent déposés 55 fois. Une autre femelle, qui pondit 504 œufs en l'espace de soixante et un jours, présenta cinquante jours de ponte contre onze de repos, une autre émis 35 fois des œufs en quarante-quatre jours.

Quant au nombre d'œufs qu'une seule femelle est capable d'émettre, il est considérable, et dépasse souvent 500. Le maximum observé fut de 524, ce qui nous met loin de la trentaine d'œufs de V. Mayet.

Des pesées aussi précises que possible m'ont renseigné sur le rapport existant entre le poids de l'adulte et celui de sa ponte. Une Altise pèse en moyenne $5^{mmg},7$ et un œuf $0^{mmg},11$. En admettant une émission de 500 œufs, ce qui est souvent le cas, on voit que le poids total de la ponte d'une femelle est de 55 milligrammes, soit environ 10 fois son propre poids.

Cette énorme fabrication de matière vivante ne peut être obtenue que par une absorption intense de nourriture. En effet, ce n'est pas seulement avant de s'accoupler que l'Insecte mange ; il dévore les feuilles sans arrêt, pendant toute la durée de sa vie et absorbe une quantité de matière considérable. J'ai calculé que la nourriture consommée par un adulte équivalait à 332 milligrammes en moyenne, soit environ 58 fois son poids. Ce résultat montre, en même temps, que a larve est loin d'être seule nuisible, comme on a tendance à l'admettre généralement ; l'adulte détruit une quantité de feuillage beaucoup plus grande qu'on ne le pensait.

La larve sort de l'œuf complètement jaune. La tête noircit tout d'abord, et, quatre ou cinq heures après l'éclosion, le corps entier est noirâtre. Il s'allonge alors un peu, et la couleur foncière du tégument apparait jaunâtre. Dans les jours qui suivent, la teinte s'éclaircit par le fait, surtout, qu'à mesure que la taille augmente, les tubercules foncés s'écartent davantage, laissant paraître dans leurs intervalles la teinte de la peau. Cette teinte, d'abord noirâtre, passe au brunâtre, puis au jaune sale à l'approche de la mue.

La première mue s'effectue à la suite d'un stade d'immobilité qui dure un jour. La larve se courbe en arc et se dégage de son enveloppe par une fente dorsale ; elle apparaît alors d'un beau jaune orangé, mais, quelques heures après, elle redevient très noire pour passer progressivement au brun clair jusqu'à la seconde mue.

Celle-ci a lieu de cinq à huit jours après la première, selon la température.

Cette fois encore, les larves sortent très jaunes et noircissent quelques heures après. Elles demeurent noires pendant deux ou trois jours, puis virent progressivement au brunâtre. Elles deviennent alors très vagabondes.

Les très jeunes larves sont peu mobiles ; elles entament la feuille, non par la tranche, mais par la surface, près de l'endroit où elles sont nées, et la rongent en respectant l'épiderme de la face opposée. En grandissant, elles deviennent capables de trouer la feuille de part en part comme l'adulte, de changer de place et même d'aller attaquer les grappes.

On voit que la vie larvaire comprend trois périodes, séparées par deux mues : à chaque période la larve est entièrement jaune quand elle se dégage de ses enveloppes ; elle fonce rapidement, puis devient progressivement plus claire jusqu'à la mue suivante.

Au moment de la nymphose, la larve se courbe en arc, les pattes repliées vers le ventre ; la nymphe qui surgit, après un certain temps d'immobilité, est d'un jaune orangé très vif. Souvent la dépouille larvaire reste adhérente à l'extrémité de son abdomen.

D'après Audouin, la nymphe est d'un jaune vif et reste collée aux feuilles. D'après V. Mayet, elle est entièrement blanche et se trouve enfoncée dans le sol, dans une petite loge placée à 10 centimètres de profondeur. Pour ce dernier auteur, il n'y aurait pas contradiction entre ces deux opinions. Ayant élevé des larves dans de petites boîtes, il a obtenu des nymphes placées hors du sol dans des replis de feuilles et d'une belle teinte jaune.

V. Mayet a raison d'écrire que la nymphose s'opère en terre ; mais il est dans l'erreur en prétendant que, dans ce cas, la nymphe est blanche. On pouvait le prévoir, car ce genre de pigmentation n'est pas influencé par la lumière. Toutefois, pour vérifier ces affirmations, j'ai procédé aux expériences suivantes :

1º Des larves à leur maximum de taille sont placées dans un long tube de verre, sur du sable humide ou sur de la terre sèche. Le tube est porté à l'obscurité. Dans les deux cas, les larves descendent à une faible profondeur, de 2 à 5 centimètres (et non 10, comme le dit V. Mayet), creusent une loge ovalaire et reposent sur la région dorsale. Les nymphes sont entièrement d'un jaune orangé.

2º Un tube analogue est laissé à la lumière, et les larves, sans doute attirées par celle-ci, façonnent leur loge contre la paroi du verre. Les nymphes n'en présentent pas moins la même coloration.

3º Des larves placées à l'obscurité sur du sable très sec et pulvérulent ne parviennent pas à s'enfoncer et se transforment à la surface en nymphes d'un jaune vif.

Comme on le voit, ni l'obscurité, ni la vie souterraine n'influent sur la couleur des nymphes. C'était d'ailleurs à prévoir et j'ignore à quoi correspond la teinte blanche observée par V. Mayet.

L'adulte reste vingt-quatre heures dans sa loge puis il se fraye un passage

dans la terre et remonte à l'air libre. Sa coloration est déjà d'un beau vert métallique, ses téguments prennent rapidement de la consistance et il commence à manger généralement le lendemain de son apparition. Mais la ponte n'a lieu qu'après quelques jours de préparation.

Quoique l'*Haltica ampelophaga* soit une espèce surtout méridionale, elle supporte assez mal la forte chaleur et a besoin d'humidité. Aussi, à mesure que l'été avance, voit-on les adultes se tenir de plus en plus à l'ombre des feuilles et s'enfoncer à l'intérieur de la souche. Les pontes du printemps sont placées n'importe où ; celles de l'été sont concentrées sur les feuilles du centre et surtout de la base, de sorte que les dégâts deviennent de moins en moins apparents, à mesure que la saison progresse ; il en est du moins ainsi sous le climat extrême de l'Hérault. Cette attraction par l'humidité se manifeste aussi en captivité : l'adulte se tient fréquemment sur le coton humide entourant le rameau de vigne qui plonge dans un flacon plein d'eau.

Première génération. — Le nombre des générations a donné lieu à des divergences de vues. Il est évident que V. Mayet ayant mal interprété, dès le début, la biologie de l'Insecte, particulièrement en ce qui concerne les pontes et la longévité de l'adulte, était mal placé pour calculer le nombre de générations. Il dit avoir obtenu 5 générations dans son laboratoire et en avoir observé 3 ou 4 au dehors. Mais il ne dit nulle part avoir isolé des couples et en avoir suivi la descendance, seul moyen de résoudre la question, car un élevage en vrac ne fournit rien d'utile. Quant aux observations dans le vignoble, elles ne peuvent donner aucun résultat comme nous allons le voir, puisque les pontes d'un même individu sont échelonnées sur plusieurs mois et qu'il existe encore des œufs de première génération alors qu'apparaissent déjà des larves et des adultes de seconde ; tout est enchevêtré et il est impossible de trancher la question autrement que par des élevages de couples isolés. Suivant les hasards et le nombre de ses promenades on serait amené à supposer un nombre quelconque de générations dans les vignes et c'est ainsi que V. Mayet en distingue 3 ou 4 et Feytaud deux.

Les dix couples mis en observation à partir du 14 avril vécurent très longtemps ; la dernière femelle mourut en effet le 25 juillet. Les pontes débutèrent le 17 avril pour quatre de ces couples, le 22 pour trois et le 25 pour les trois derniers. Elles se continuèrent ainsi presque tous les jours, ou avec un jour d'intervalle, jusqu'à la fin de juin, et même pour trois couples, les 12, 15 et 22 juillet. Le plus souvent la ponte ne s'arrêta que deux ou trois jours avant la mort de la femelle.

Les œufs commencèrent à éclore au début de mai et dès les premiers jours de juin apparaissaient des adultes de première génération qui s'accouplaient et pondaient à leur tour dans le courant du même mois. L'éclosion de ces adultes s'échelonna, d'ailleurs, sur plus de deux mois, ceux des dernières pontes n'étant sortis de terre qu'en août. Leur développement fut naturellement plus rapide

que celui de leurs aînés puisqu'il s'était effectué sous l'action d'une température plus élevée.

Deuxième génération. — Les adultes apparus le 7 juin commencèrent à manger dès leur sortie. Mais ils ne s'accouplèrent et pondirent qu'après un temps de repos, et les premiers œufs de seconde génération ne furent déposés que le 24 juin. Comme l'apparition des adultes fut très espacée, il en fut de même des pontes qui se continuèrent jusqu'au 3 septembre.

Un fait remarquable est que la fécondité fut beaucoup moindre qu'à la première génération. Le maximum fut de 395 œufs, au lieu de 524, et d'autre part beaucoup d'œufs ne donnèrent pas de larves, spécialement parmi les derniers émis.

Les premiers adultes se montrèrent le 1er août.

Troisième génération. — Après un repos d'une dizaine de jours, ces adultes commencèrent la ponte de troisième génération qui débuta le 10 août et ne se continua pas au delà des premiers jours de septembre, pas plus tard, par conséquent, que celle des adultes de la génération précédente.

La fécondité fut encore beaucoup plus faible que dans la seconde série. Le maximum observé fut de 75 œufs, dont une forte proportion se dessécha sans éclore. Les individus de cette génération furent adultes à partir de la fin de septembre et continuèrent à se montrer pendant tout le mois d'octobre.

Observations sur le cycle évolutif. — Il y a donc trois générations, avec naturellement quatre séries d'adultes, ceux qui apparaissent en avril ayant hiverné et étant les mêmes qui sont nés l'automne précédent. La période de reproduction étant très longue, ces trois générations sont enchevêtrées d'une façon inextricable, de sorte qu'on rencontre à toute époque dans les vignobles des œufs, des larves de toute taille et des adultes, les individus à chacun de ces stades pouvant appartenir à des générations différentes et certains individus d'une génération étant bien plus âgés que certains autres de la génération précédente. J'ai d'ailleurs constitué des couples mixtes appartenant à deux générations, et le fait doit se produire constamment dans la nature.

A partir du commencement de septembre, tous les adultes existant à ce moment, à quelque génération qu'ils appartiennent (et, en fait, il y en a des trois), cessent de manger, de s'accoupler et de pondre. Ils quittent le feuillage de la vigne et se rendent dans les abris les plus divers : écorce des souches et des arbres avoisinants, broussailles, mousses, amas de feuilles sèches, fentes de murs, etc. Ils y demeurent jusqu'au printemps et y sont rejoints par les retardataires qui éclosent en octobre.

Un fait des plus curieux est la diminution considérable de la fécondité à chaque génération (maximum 524 à la première, 395 à la seconde, 75 à la troisième). Ceci est à rapprocher de ce qui se passe chez le Phylloxéra radicicole, dont les lignées successives sont de moins en moins prolifiques du printemps à l'automne. Balbiani, l'ayant constaté, croyait à une dégénérescence définitive

produite par une répétition trop longue de reproductions parthénogénétiques et pensait pouvoir détruire l'espèce à brève échéance en s'attaquant exclusivement à l'œuf d'hiver ou œuf sexué. On sait aujourd'hui que la fécondité retrouve son maximum chez les pondeuses qui naissent au printemps, de sorte que ce cas du Phylloxéra se présente comme analogue à celui de l'Altise. D'autre part P. Marié a remarqué que, chez les Scolytides qui produisent deux générations annuelles, les adultes de la seconde apparition fournissent une ponte beaucoup moins abondante que ceux de la première. Il attribue le fait à l'action de la température élevée pendant la nymphose, ce qui donne des adultes plus petits et moins féconds.

Je n'ai pas fait d'observations comparatives sur la taille des Altises à mesure que la saison avance, et je ne crois pas, en outre, que cette diminution de la fécondité tienne à des différences organiques héréditaires entre les individus de générations différentes. On doit pouvoir l'expliquer par les modifications provoquées dans les conditions du milieu par les changements saisonniers. Ces modifications peuvent retentir, surtout pendant la nymphose, stade le plus sensible, sur l'organisation de l'adulte, comme le pense Marié, mais il me semble que, pour l'Altise, les conditions de nutrition sont prépondérantes. Nous savons, en effet, que la ponte considérable des femelles de printemps est accompagnée d'une énorme consommation de nourriture (58 fois le poids de l'individu). A ce moment l'Altise trouve à sa disposition des bourgeons ou de jeunes feuilles succulentes qu'elle entame facilement et consomme rapidement. A mesure que la chaleur et la sècheresse vont croissant, le feuillage plus coriace est plus difficile à attaquer, ses qualités nutritives se sont modifiées et une nutrition de moins en moins riche a pour corollaire une ponte de moins en moins abondante. L'abondance de la ponte est fonction de la richesse de l'alimentation de l'adulte chez la Drosophile, les Moustiques et une foule d'Insectes.

Cette explication paraît très plausible aussi pour le Phylloxéra radicicole. L'influence d'une parthénogenèse trop longtemps continuée sur la dégénérescence des ovaires se heurte à trop d'invraisemblances (reprise de la fécondité au printemps, cas d'une foule d'Arthropodes indéfiniment parthénogénétiques, etc.) pour être admise aujourd'hui. Les conditions de nutrition, par contre, ne sont pas les mêmes en automne que lors de la reprise de la végétation, et l'on sait (apparition des ailés, etc.) combien les Pucerons sont sensibles aux moindres variations des facteurs de cet ordre.

Une autre constatation est celle de la proportion considérable d'œufs qui avortent à mesure que la saison avance. Toutes les pontes de printemps donnèrent des larves, mais quand vint l'été, le déchet fut de plus en plus grand. Je crois que ce fait tient pour une part aux conditions d'élevage. Pour obtenir une statistique rigoureuse, les feuilles portant les pontes étaient détachées chaque jour et isolées dans des boîtes de Petri étiquetées. Pendant la période de forte chaleur, le dessèchement partiel de ces feuilles suffit à expliquer l'avor-

tement des œufs. RABAUD (1) a observé un phénomène du même ordre pour le développement des Cassides: toute ootheque de *Cassida stigmatica* pondue sur une feuille desséchée, ou détachée de la tige par la suite, n'arrive pas à éclosion. Il en est de même, d'après PERRIS, pour *Cassida deflorata*, et, d'après SPULER, pour la ponte d'un Lépidoptère, le *Macroglossa tityrus*. Cette influence du support sur un œuf d'Insecte à chorion chitineux peut paraître surprenante. Elle n'en est pas moins réelle pour les Cassides et doit suffire pour expliquer les déchets obtenus dans les élevages d'Altises. Ceci montre, en tout cas, que l'œuf de l'Altise est fort sensible à la sècheresse et il est probable qu'un certain nombre des œufs pondus au cœur de l'été avortent également dans les vignobles.

L'hibernation.

Le déterminisme de l'hibernation pose un problème beaucoup moins simple qu'il ne semble au premier abord. On serait tenté de supposer en effet qu'aux atteintes des premiers froids les Altises entrent en torpeur et que le relèvement printanier de la température les réveille. Mais on doit constater que la température du début de septembre est encore fort élevée, surtout à Montpellier. Le thermomètre atteignit 40° le 12 septembre 1911, les journées de 30° ne sont pas exceptionnelles à cette époque, et, en tout cas, celles de 22° à 25° sont tout à fait normales. On voit donc que l'Insecte entre en hibernation par un temps beaucoup plus chaud que celui qui suffit à son réveil d'avril, et la baisse de température ne peut en aucune façon être considérée comme déclanchant l'hivernage.

ROUBAUD (2), qui a fait une étude attentive de l'hibernation chez les larves de Diptères, est également d'avis que le sommeil hivernal, n'est pas déterminé par le froid, du moins chez les formes qui, comme chez *Mydaea*, présentent une alternance très régulière entre une génération qui hiverne et une autre qui se métamorphose sans phase de repos, formes qu'il a appelées hétérodynames. Il admet l'influence d'une intoxication dont les effets s'accumulent et se font sentir à la deuxième génération. L'hivernation de *Mydaea* serait donc de tout autre nature que celle de *Musca*, par exemple, qui n'est qu'un engourdissement produit par le froid et qui cesse avec le réchauffement.

Mais l'Altise de la Vigne ne saurait être considérée comme une espèce hétérodyname, car ce n'est pas la dernière génération qui hiverne, c'est toute a masse des individus qui se trouvent adultes en septembre, et il en est des trois générations. Comme l'arrêt d'activité se produit à la même époque pour tous les adultes quelque soit leur origine et leur passé, on est forcé de rechercher le déterminisme du phénomène, non dans des facteurs internes, comme pour

(1) ET. RABAUD, L'adaptation et l'instinct des Cassides (*Bullet. biol. de la Fr. et de la Belg.*, t. LV, fasc. 2, 1921).

(2) E. ROUBAUD, Études sur le sommeil d'hiver préimaginal des Muscides (*Bullet. biol. Fr. et Belg.*, LVI, p. 455, 192 2).

les *Mydaca*, mais dans des causes extérieures ; puisque c'est une question d'époque, ce ne peuvent être que les changements dans les conditions de milieu survenant à cette époque qui sont en jeu. La température, de toute façon, ne saurait pas agir seule et peut-être devrait-on faire intervenir les conditions de nutrition. On voit, dans les élevages, toutes les Altises cesser de manger à un certain moment, sans doute parce que la composition chimique de la feuille se modifie. Cet arrêt d'alimentation entraîne peut-être tout le reste. Il serait intéressant de rechercher si l'on pourrait prolonger l'activité de ces Altises d'automne, les faire manger et pondre en les maintenant sur des bourgeons fraîchement formés obtenus par des procédés culturaux appropriés.

Le problème de l'hibernation chez les Insectes a, je crois, été mal posé jusqu'à présent. Le mot lui-même est mal choisi, car il s'applique à des faits qui ne sont pas de même nature et il vaut mieux employer le terme diapause qui ne préjuge rien. Cela permet en outre de rapprocher des phénomènes probablement du même ordre que certaines hibernations. On insiste surtout en effet sur l'hivernage, que l'on s'accorde à considérer comme produit par l'action du froid, sans songer jamais à faire une comparaison avec les cas d'estivation. Cette estivation est cependant fort répandue. C'est une diapause qui paraît *a priori* de même nature que l'hibernation et n'est évidemment pas sous l'influence d'un abaissement de température. On ne voit pas quelle différence existe entre le cas de l'Altise qui entre en diapause en septembre par un temps chaud et en sort en avril, par une température moins élevée, et le cas de l'Anthonome du Pommier, dont la diapause commence en mai, se poursuit tout l'été et se termine en mars, quand les gelées ne sont pas toujours terminées. Dire que l'un hiverne et que l'autre estive n'est guère exact ; c'est apposer deux étiquettes sur deux faits probablement de même essence, et laisser supposer que le froid dans un cas, la chaleur dans l'autre, interviennent comme cause efficiente, ce qui ne se peut.

Roubaud a montré que l'élévation de la température ne faisait pas cesser la diapause hivernale des *Mydaea* et que leurs larves avaient besoin de subir l'action du froid pour continuer leur évolution. Il n'en est pas ainsi de l'Altise. Au moins de janvier, un lot d'hibernants fut placé, à une température constante de 22°, sur des rameaux bourgeonnants de vigne obtenus en serre. Ils se réveillèrent, entrèrent en activité et prirent de la nourriture. Mais, par la suite, tous moururent. Il faut ajouter que la mortalité fut grande aussi chez mes hibernants, maintenus cependant à la température extérieure et dans des conditions aussi semblables que possible à celles de la nature.

Il n'a pas été possible de savoir si la population qui parvient à traverser l'hiver ne comprend que des individus qui commenceront leur vie sexuelle au printemps, ou si certaines femelles interrompent leur ponte à l'automne pour la reprendre l'année suivante.

Plantes nourricières autres que la Vigne.

L'*Haltica ampelophaga*, tant adulte qu'à l'état larvaire, attaque tous les cépages européens ou américains ; on pouvait se demander si les cépages très tomenteux ne seraient pas dédaignés, surtout s'ils étaient fournis en même temps que des vignes à feuilles lisses. Parmi ces cépages tomenteux, les uns furent très attaqués, en particulier les *Vitis candicans* et *labrusca*, le Syrah et le Valency ; d'autres, le *Vitis cinerea*, l'Isabelle, le Caroline, etc., sans rester indemnes, furent moins appréciés. Il existait des motifs, dont je montrerai bientôt l'intérêt, d'essayer si l'Insecte s'accommoderait, indépendamment de la Vigne, des plantes suivantes :

Vigne-vierge. — Les adultes auxquels on donne de la Vigne-vierge s'en nourrissent, mais moins abondamment que de vigne ; ils pondent sur ses feuilles, mais seulement à défaut de vigne. Les larves issues de ces œufs et maintenus sur Vigne-vierge meurent sans manger dans une assez forte proportion. Un certain nombre cependant s'accommode de cette nourriture et parvient à l'état adulte dans de bonnes conditions. La Vigne-vierge n'est donc pas défavorable au développement, mais elle n'est acceptée qu'avec répugnance et par un petit nombre d'individus seulement.

Saule. — Il était intéressant d'essayer ce végétal parce que Foudras, dans sa monographie des Halticides, parle de l'*Haltica consobrina* comme vivant sur les Saules aux environs de Lyon. Or, on a considéré l'*H. consobrina* de Foudras comme synonyme de l'*H. ampelophaga* (1), et V. Mayet, reprenant cette observation, admet que l'Altise de la vigne vit aussi sur le Saule qui serait peut-être sa plante d'origine.

Des adultes placés sur des rameaux d'Osier, restent sans manger. Au bout de plusieurs jours, quelques-uns d'entre eux finissent par grignoter légèrement les feuilles. Ils ne pondent pas ou laissent tomber des œufs sur le plancher de leur cage. D'autres œufs sont collés contre les parois de mousseline de ces cages, mais aucun n'est déposé sur le feuillage des Saules qui ne les attire donc pas plus qu'un substratum quelconque.

Des larves placées dès leur naissance sur le feuillage de l'Osier ne cherchent pas à manger et meurent bientôt.

Ces expériences doivent faire écarter l'opinion de V. Mayet. Il se peut qu'*H. consobrina* soit la même espèce qu'*H. ampelophaga ;* mais l'Altise de la Vigne n'est pas susceptible de se développer sur le Saule qui n'est donc sûrement pas sa plante primitive. Aucun *Haltica*, d'ailleurs, ne vit aux dépens des *Salix*. Il arrive, en effet, de trouver des espèces de ce genre (surtout *H. lythri*

(1) D'autres auteurs admettent qu'*H. consobrina* = *H. lythri* Aubé. C'est plus probable, car il y a souvent des Salicaires au voisinage des Saules, au bord de l'eau. Les Altises peuvent sauter d'une plante à l'autre.

Aubé) en battant des Saules, et le fait m'est arrivé plusieurs fois, notamment en Bourgogne. Mais on ne voyait sur ces arbes ni pontes, ni larves, et les adultes ne les utilisaient que comme abri.

SALICAIRE. — Le *Lythrum salicaria* a toujours été dévoré avidement, en captivité, par les adultes et les larves de tout âge. L'Insecte s'y comporte exactement comme sur la vigne. Il y pond intensément ; c'est même sur une Salicaire que fut observée une plaque de 33 œufs qui constitue un maximum. Si l'on donne un mélange de Vigne et de Salicaire, c'est souvent sur cette dernière plante que l'Altise se porte de préférence.

EPILOBES. — L'*Haltica ampelophaga* s'accommode aussi bien des Epilobes que des Salicaires. Son développement s'y poursuit dans d'aussi bonnes conditions que sur la vigne.

ŒNOTHÈRES. — Toutes sortes d'espèces d'*Œnothera* ont été offertes à l'Altise de la Vigne, et toujours avec un plein succès, tant en ce qui concerne l'alimentation de l'adulte, que sa ponte et le développement larvaire. Les espèces choisies, notamment les *Œnothera biennis*, *speciosa*, *taraxifolia*, *rosea*, *macrocarpa*, diffèrent entre elles par la taille des feuilles, leur épaisseur, leur pilosité, etc. Cependant aucune n'est refusée. Les plus rugueuses, néanmoins, *speciosa* et *macrocarpa*, en particulier, sont plus délaissées quand elles sont données en concurrence avec d'autres.

Si l'on fournit à un lot d'Altises à la fois des Œnothères, des Epilobes, des Salicaires et de la Vigne, on ne remarque aucune préférence pour ce dernier végétal qui n'est pas plus dévoré et ne porte pas plus de pontes que les autres. Dans certaines cages, ce sont tantôt les *Lythrum*, tantôt telle ou telle Œnothère qui sont le plus attaqués.

Remarquons que l'*Haltica ampelophaga* a été rencontré en Algérie sur des Onagrariées : par P. DE PEYERIMHOFF sur *Circaea lutetiana* et sur *Epilobium hirsutum*, et par P. LESNE sur des *Fuschia* cultivés.

ROSIER. — PEYERIMHOFF (1) a observé, en Algérie, des *H. ampelophaga*, adultes et larves, qui dévoraient le feuillage de *Rosa canina*, *R. sicula* et *R. Pouzini*. J'ai donc essayé l'élevage avec *Rosa canina*. Les adultes restent généralement très longtemps sans manger, mais, pressés par la faim, ils finissent presque toujours par ronger quelques feuilles. Ils pondent sur le plancher, sur la paroi des cages, et très exceptionnellement de rares œufs sur la face inférieure des feuilles de Rosier, qui ne les incite donc pas plus, à ce point de vue qu'un substratum banal. Les larves moururent sans manger ; très rarement quelques-unes rongèrent légèrement les feuilles, puis moururent.

L'*Haltica ampelophaga*, tel qu'on le trouve dans les vignobles du midi de la France, ne s'accommode donc pas, ou très difficilement, du Rosier. D'ailleurs je ne l'ai jamais rencontré sur les Eglantiers de la région. On doit donc supposer

(1) P. DE PEYERIMHOFF, Notes sur la biologie de quelques Coléoptères phytophages du Nord-africain (*Annales soc. entom. Fr.*, 1919, p. 227).

qu'il s'est créé en Algérie une race locale susceptible de se porter sur le Rosier, présentant ainsi un cas d'allotrophie des plus intéressants. Mais on ne voit pas pourquoi P. de PEYERIMHOFF dit : « Ces constatations mettent hors de doute l'indigénat de l'*Haltica ampelophaga* dans le Nord de l'Afrique. » C'est fort admissible, mais le fait qu'il s'est créé une race rhodophile en Afrique et non en France n'apporte aucun argument ni pour, ni contre cet indigénat ; au contraire, les faits d'allotrophie paraissent plus fréquents chez les espèces transplantées.

Comparaison entre Haltica ampelophaga et Haltica lythri.

Il existe une autre espèce d'*Haltica*, l'*H. lythri* Aubé, considérée comme très voisine morphologiquement d'*H. ampelophaga*, et qui se rencontre en abondance sur les Salicaires et les Onagrariées, notamment les Epilobes. Nous avons vu que l'Altise de la Vigne accepte volontiers ces diverses plantes; il était intéressant d'essayer l'inverse et de voir si l'*H. lythri* s'accommoderait de la Vigne.

Des Altises prises sur des Epilobes et des Salicaires furent mises sur de la Vigne; elles s'y comportèrent comme des *ampelophaga.* Mises à la fois sur toutes les Onagrariées expérimentées précédemment, sur des Salicaires et sur de la Vigne, elles se portèrent indistinctement sur tous ces végétaux, sans manifester de préférence. La ponte, le développement larvaire, tout fut exactement semblable chez l'*ampelophaga* et chez ces *lythri.* Un fait remarquable, c'est que des larves d'*H. lythri*, nourries sur la Vigne jusqu'à leur seconde mue, étant mises alors en présence de Vigne et de Salicaire, dédaignèrent cette dernière plante et continuèrent à manger la Vigne à laquelle elles étaient habituées depuis leur naissance.

Des croisements entre les deux espèces furent alors essayés : quatre couples, formés de *lythri* ♂ et d'*ampelophaga* ♀, furent mis en élevage.

Chez trois de ces couples, *aucun rapprochement sexuel ne fut observé.* Deux d'entre eux ne donnèrent aucune ponte. La troisième femelle seule finit, au bout d'un temps assez long, par déposer 13 œufs, qui demeurèrent stériles.

La destinée du quatrième couple fut différente : des accouplements presque journaliers furent remarqués, du 28 juin au 3 août, et la femelle pondit 75 œufs qui furent féconds. Les descendants furent élevés jusqu'à l'état d'imago.

Ces adultes accouplés entre eux au mois d'août (il s'agissait des premiers nés) donnèrent à leur tour des descendants, hybrides ou métis de seconde génération.

Ces faits étant connus, il importe d'en tirer des conclusions et de préciser les rapports pouvant exister entre les deux espèces. Tout d'abord, les caractères extérieurs donnés par les systématiciens, pour distinguer l'*ampelophaga* du *lythri*, sont très fugaces et très difficiles à vérifier. Toutes les espèces du genre *Haltica* sont très voisines et les deux qui nous occupent forment un petit groupe

caractérisé par une légère proéminence du bourrelet qui borde les angles antérieurs du pronotum. Le *lythri* passe pour avoir une teinte tirant un peu plus sur le bleu et moins sur le vert que l'*ampelophaga*, sa ponctuation est donnée comme un peu différente, ses élytres comme plus bosselées aux épaules. Aucun de ces caractères n'est bien net, et j'eus recours, pour distinguer les deux formes, à l'avis de l'entomologiste Bedel, auquel j'expédiai des individus pris à Montpellier sur Salicaire et sur Vigne. Sa réponse fut que la différence entre les deux types était insensible, mais qu'il existait vraisemblablement deux *H. lythri*, un vrai *lythri* du nord de la France, plus grand, plus bleu que l'*ampelophaga*, et un faux *lythri* du Midi, qui tenait de bien près à l'espèce de la Vigne. Je lui envoyai alors des Altises provenant de Salicaires et récoltées dans le département de la Manche, et, après comparaison, il se déclara incapable de distinguer d'une façon sûre ces *lythri* du Nord de ceux du Midi et de l'*ampelophaga*.

Si nous nous bornons pour l'instant au *lythri* du Midi, on voit que rien de bien net dans sa morphologie ne le sépare de l'Altise de la Vigne. Le comportement des deux formes est d'ailleurs le même en captivité. Devons-nous tenir ces deux types pour identiques? Ce serait peut-être aller trop loin, puisque, sur quatre expériences de croisement, j'ai observé trois fois un refus total d'accouplement. Le croisement, lorsqu'il est accepté, est cependant fécond, et cela au moins jusqu'à la seconde génération. Mais il semble que la forme qui vit sur la Salicaire ne s'accouple qu'avec répugnance avec celle de la Vigne.

Je pense donc qu'il n'y a qu'une espèce et que l'*ampelophaga* n'est qu'une race de ce *lythri* méridional qui s'est adaptée à une plante nouvelle, la Vigne, comme la race découverte par Peyerimhoff en Algérie s'est adaptée au Rosier. Cette race de la Vigne est plus xérophile et s'écarte des lieux humides où se tient confinée sa souche inféodée aux Epilobes et aux Salicaires, mais elle a gardé, cependant, encore certaines tendances hygrophiles dont j'ai parlé au début de ce travail.

Qu'est-ce maintenant que le *lythri* du Nord? Constitue-t-il une espèce différente? Du point de vue morphologique, c'est douteux, de l'aveu même de Bedel. Du point de vue biologique, comment se comporterait-il en présence de l'*ampelophaga?* Se croiserait-il avec lui? je n'ai pas eu le loisir de le tenter.

Je serais incliné à penser, en somme, que toutes ces formes ne sont que des races d'un même type primordial, hygrophile et vivant sur les Salicaires et les Epilobes. La forme du Midi, un peu plus petite et un peu plus verte, devenue plus xérophile, a essaimé sur la Vigne. L'*ampelophaga* serait donc une race allotrophique et xérophile du *lythri* du Midi, race lui-même du *lythri* du Nord. Plus on descend au sud, plus le type *ampelophaga* prédomine. C'est le seul qui existe en Algérie, tandis que dans le Nord ne se trouve que le type *lythri*. Enfin d'autres races peuvent encore se créer, telles que celle du Rosier.

L'Altise de la vigne, très commune sur le pourtour de la Méditerranée, a tendance, depuis un certain nombre d'années à se répandre plus au nord.

Viturat, dans son catalogue de Saône-et-Loire, ne le signale que du Creusot et le considère comme très rare. Aujourd'hui l'insecte est répandu en Bourgogne et s'y montre même nuisible en quelques points. On l'a même signalé en Alsace. Que s'est-il produit? Une émigration vers le nord ou une poussée sur place vers la Vigne, une sorte de mutation, plus physiologique encore que morphologique, aux dépens des *lythri* locaux? La question est de celles qu'il est bien difficile de résoudre.

Je n'ai rien dit jusqu'ici d'un caractère morphologique mis en avant pour séparer l'*ampelophaga* du *lythri*. Hekertinger, dans sa monographie du genre *Haltica*, distingue surtout les espèces par des différences portant sur l'appareil copulateur. Ces différences sont des plus nettes, d'après ses dessins, entre les pénis d'espèces bien tranchées par leurs autres caractères, comme, par exemple, *H. oleracea* et *H. ampelophaga*. Mais les figures qu'il donne des pénis d'*H. lythri* et d'*H. ampelophaga* sont extrêmement voisines et la réalité, d'après les dissections que j'ai faites, est plus voisine encore, si elle ne va pas jusqu'à l'identité.

D'autre part, la dissection de l'appareil reproducteur femelle d'*H. ampelophaga* ne m'a montré qu'un vagin cylindrique, sans la moindre trace d'une poche copulatrice comme il en existe chez d'autres Chrysomélides. N'importe quel pénis de taille non disproportionnée peut pénétrer dans un tel vagin, et, en fait, le pénis d'*H. lythri*, différent ou non morphologiquement, y pénètre, puisque j'ai obtenu le croisement.

On sait que certains entomologistes se servent beaucoup actuellement, en systématique, des caractères tirés de l'organe copulateur. Ils sont parfaitement en droit de le faire et d'utiliser les différences qu'ils constatent. Ce sont des caractères comme les autres et qui méritent tout aussi bien d'être pris en considération que des différences de structure des élytres ou de forme dans tel ou tel article des antennes. Mais ils vont trop loin lorsqu'ils donnent à ces caractères la prééminence, en se basant sur ce que toute variation dans l'ornementation de l'appareil copulateur constitue un obstacle au croisement et devient l'origine, par ségrégation, de lignées restant indéfiniment sans mélange. Leur thèse n'est recevable qu'à la condition d'admettre implicitement qu'à toute variation de l'appareil mâle correspond une variation *concordante dans le temps* et *adaptée* de l'appareil femelle, ce qui tiendrait du miracle. Ils se gardent d'ailleurs, et pour cause, de décrire les variations femelles. Pour ces entomologistes, qui ne se guident que sur la morphologie, les causes de l'évolution se réduiraient ainsi à une succession indéfinie de mutations de pénis.

Cet état d'esprit permet de décrire beaucoup d'espèces nouvelles, en laissant toutefois les femelles de côté. On peut se demander ce que signifie, par exemple, cette foule d'espèces de *Sarcophaga*, dont les femelles, *absolument identiques*, sont rejétées avec mépris par le systématicien qui réserve toute son

estime pour les mâles (1). Ceux-ci diffèrent par leur appareil copulateur, c'est certain ; mais puisque toutes les femelles sont identiques, ne peuvent-ils pas les féconder indifféremment? Ou, si l'on vient à prouver qu'ils ne le font pas, c'est que la morphologie n'en est pas cause, puisque la structure des femelles est uniforme. La réponse n'est pas, en tout cas, du ressort de l'anatomie, et la moindre expérience de croisement serait plus utile à la science que la description de 50 espèces basées sur les guillochures d'une pièce copulatrice.

J'en dirai autant de toutes ces espèces mâles de *Phlebotomus* à appareil copulateur bizarrement contourné. Toutes les pièces qui le composent sont d'autant plus sujettes à varier qu'elles sont plus compliquées, qu'elles portent plus de dents et plus d'épines. Ces espèces sont valables, dit-on ; je l'admets volontiers ; mais il n'a été démontré par personne que toute cette complication gêne en quoi que ce soit l'accouplement avec n'importe quelle femelle.

D'autre part, Boulangé, en étudiant l'armature génitale des Chalastrogastres, a fait remarquer (2), que c'est à tort que Léon Dufour et d'autres naturalistes à sa suite ont comparé l'armature génitale mâle à une clef qui ne pourrait ouvrir qu'une seule serrure. Aucune partie de l'appareil femelle n'est susceptible de jouer le rôle de serrure et d'empêcher la pénétration du pénis d'un mâle d'une autre espèce.

Il suffit d'ailleurs de se remettre en mémoire les fréquentes observations d'accouplement entre espèces différentes, surtout chez les Coléoptères (3) : *Melasoma populi* avec *Melasoma aenea*, *Cryptocephalus labiatus* avec *C. nitidus*, *Melolontha vulgaris* avec *M. hippocastani*, ou même entre genres ou familles différentes : *Phosphaenus hemipterus* et *Lampyris noctiluca*, *Donacia simplex* et *Attelabus coryli*, *Rhagonycha fulva* et *Clytus varius ;* enfin les accouplements homosexuels fréquents chez le Hanneton, le Lucane et même entre genres différents : *Luciola lusitanica* et *Rhagonycha*, pour demeurer sceptique au sujet de la théorie de l'isolement mécanique.

Il n'y a pas lieu, au surplus, d'insister davantage sur cette question qui vient d'être discutée d'excellente façon par Vandel (4) à propos d'essais de croisements effectués sur des Isopodes d'eau douce. Je partage absolument sa façon de penser et suis convaincu comme lui que si les espèces ou les races ne se croisent pas, ce n'est nullement par suite d'une impossibilité mécanique, mais à cause d'une absence d'attraction olfactive, tactile ou tout autre. Le problème est d'ordre purement physiologique ou psychique. Dans le cas particulier de l'Altise, nous voyons que les deux types de la Salicaire et de la Vigne sont parfaitement capables de s'accoupler. Il est vraisemblable cependant qu'ils ne le

(1) Il n'est pas question de nier *a priori* la validité de ces espèces, mais de la vérifier, ce qui ne peut être fait que par une étude biologique.

(2) Boulangé, Recherches sur l'appareil copulateur des Hyménoptères et spécialement des Chalastrogastres (*Thèse Nancy*, 1924).

(3) Voir à ce sujet : Gadeau de Kerville, L'accouplement chez les Coléoptères (*Bullet. soc. entom. de France*, 28 février 1900, p. 101).

(4) A. Vandel, La reconnaissance sexuelle chez les Aselles (*Bullet. soc. zool. Fr.*, t. LI, avril 1926).

font pas, ou très exceptionnellement, dans la nature, non seulement parce qu'ils ne hantent pas les mêmes plantes (les vignobles viennent parfois au contact des stations d'Epilobes et de Salicaires) mais surtout parce qu'ils n'éprouvent qu'une faible attraction l'un vers l'autre. En captivité, et en isolant les couples, conditions bien meilleures pour obtenir des résultats positifs, je n'ai pu en obtenir qu'un seul, sur quatre expériences.

Rapports entre la faune des Lythrariées et Onagrariées et celle de la Vigne.

L'*Haltica ampelophaga* auquel on fournit à la fois de la Vigne et toutes les espèces possibles d'Onagrariées et de Lythrariées ne manifeste aucune préférance ; il dévore tout indistinctement. En revanche ce n'est qu'avec répugnance qu'il s'accommode de la Vigne-vierge, plante de la même famille que la Vigne, et à la condition d'être affamé par la privation d'une autre nourriture. Entre la Vigne-vierge et les Onagrariées, il n'hésite pas et se porte sur ces dernières.

Il est très suggestif de remarquer que d'autres Insectes de la Vigne sont susceptibles de se développer sur la Salicaire et les Onagrariées. Tout d'abord un autre Coléoptère, le Gribouri ou Ecrivain de la vigne (*Bromius obscurus* var. *villosulus*) n'est qu'une race ou variété du *Bromius obscurus* que l'on trouve au bord de l'eau sur les Epilobes. Il ne diffère guère que par la teinte de ses élytres généralement rousses, tandis que la race de l'Epilobe les a presque toujours entièrement noires.

D'autre part, chez les Lépidoptères, il existe quatre espèces de Sphingides connues en Europe comme ampélophages ; ce sont les *Deilephila elpenor*, *porcellus*, *livornica* et *celerio*. Ces Sphinx, chacun le sait, se développent également sur les *Lythrum*, les Epilobes, les *Circaea*, etc. Il y a donc un ensemble d'Insectes appartenant à des groupes divers et vivant aussi bien sur la vigne que sur les Lythrariées-Onagrariées. Ces deux groupes de familles végétales sont cependant éloignées dans la classification et l'on ne voit guère quelles qualités elles peuvent posséder en commun susceptibles d'attirer les mêmes espèces. Mais ces qualités existent indubitablement.

Tout permet de supposer que la Vigne n'est pas l'habitat primitif et que toutes ces espèces, Altise, Gribouri, Sphingides, ont subi une évolution biologique parallèle et sont des émigrées des Onagrariées et des Salicaires. Elles se sont acclimatées sur la Vigne à mesure que celle-ci couvrait des espaces de plus en plus étendus. On sait, en effet, et j'ai développé cette idée ailleurs, qu'une plante cultivée exerce une attraction beaucoup plus intense et plus massive qu'une plante sauvage. La Vigne, surtout, ne nourrit presque aucune espèce qui lui soit propre. Elle a aspiré à son profit toutes sortes d'Insectes des végétaux d'alentour. En particulier elle ne peut revendiquer aucun des trois Coléoptères qui détruisent son feuillage : deux d'entre eux, le Gribouri et l'Altise,

lui ont été fournis par les Epilobes et le *Lythrum*, et le troisième, *Rhynchites betuleti*, roule les feuilles du Bouleau, du Poirier, du Cerisier et d'autres plantes. Le fait que la Vigne attire intensément des Insectes aussi polyphages que l'*Arctia caja* ou les larves d'*Agrotis*, n'a rien de remarquable, mais il en est autrement quand il s'agit d'Insectes aussi spécialisées que l'Altise ou le Gribouri des Epilobes.

Il n'en demeure pas moins que les affinités unissant la faune de la Vigne à celle des Onagrariées restent mystérieuses. Elles ne sont pas les seules. Il en existe d'autres rapprochant la Vigne et les Daphnoïdées et cette dernière famille a fourni aux vignobles son contingent d'espèces (*Polychrosis botrana*, *Cryptoblabes gnidiella*, etc.). Je ne puis insister ici sur cette question sans risquer de sortir de mon sujet, et je me contenterai de suggérer qu'une étude perspicace et poussée d'autres espèces attaquant les végétaux cultivés conduirait vraisemblablement, en ce qui concerne leurs affinités et leur origine, à des résultats inattendus et pleins d'intérêt.

Ennemis naturels de l'Altise.

On en a signalé plusieurs, notamment le *Perilitus brevicollis*, découvert en Algérie par Kunckel d'Herculais et Langlois, mais que je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer en France. Je n'ai observé que les trois espèces suivantes, d'ailleurs assez connues.

Beauveria globulifera. — Ce Champignon, désigné autrefois sous le nom de *Sporatrichum globuliferum*, a donné lieu à un grand nombre de recherches ; il attaque beaucoup d'Insectes et fut employé en Algérie par Trabut pour combattre l'Altise. J'ai donné moi-même diverses indications sur son compte dans d'autres publications et il n'y a pas lieu de discuter ici s'il est importé d'Amérique ou s'il a toujours été cosmopolite. Il est, en tout cas, fort abondant dans toute la France, en particulier dans l'Hérault où il s'attaque à une foule d'Insectes dont l'*Haltica ampelophaga*. Les individus hibernants sont parasités parfois en quantité considérable. Ils forment alors de gros amas composés d'individus agglomérés les uns aux autres par le mycélium du Champignon. Cette destruction par le *Beauveria* s'observe surtout lors des hivers doux et humides, beaucoup plus défavorable à l'Altise que ceux qui sont secs et froids.

Zicrona cœrulaea. — Cet Hémiptère, désigné souvent sous le nom de Punaise bleue, dévore les larves et même les adultes de plusieurs Chrysomélides, entres autres la Galéruque de l'Orme (*Galerucella luteola*) et l'Altise de la vigne. Feytaud a donné suffisamment de détails sur son compte pour que je puisse n'en parler que brièvement. Cet Insecte est très commun pendant toute la belle saison, partout où il y a des Altises, et les adultes hivernent sous les mêmes abris que leurs victimes.

Lorsqu'une Punaise bleue attaque une larve d'Altise, elle fait basculer sa

trompe qui était repliée sous le corps, elle semble viser un instant et dépose délicatement la pointe de son rostre sur le tégument de sa proie, souvent sur le premier segment thoracique ; puis elle exerce une légère pression et la trompe s'enfonce. La larve meurt cinq minutes après la piqûre, et la trompe, qui n'a d'abord pénétré que superficiellement, s'enfonce de plus en plus à mesure que la larve se dégonfle, et celle-ci n'est bientôt plus qu'une dépouille complètement vide. Le *Zicrona* s'en débarrasse en la repoussant de ses pattes antérieures. Il peut attaquer successivement plusieurs individus. Cette Punaise n'a pas l'occasion de se nourir de nymphes, qui sont enterrées dans le sol, mais elle accepte celles qui lui sont offertes en captivité.

Quant à l'adulte il est de capture beaucoup plus difficile puisqu'il est très mobile et saute à de grandes distances au moindre attouchement. Je ne pense donc pas que la Punaise détruise beaucoup d'adultes dans les vignobles. Cependant nous avons vu, M. Pagliano et moi, dans nos bocaux d'élevage, des Altises vidées pendant la nuit par un *Zicrona.* Il s'agissait d'Altises venant d'éclore et ayant encore les téguments très mous. Cette observation tendrait à démontrer que la Punaise est partiellement nocturne et peut parfois se mettre en chasse pendant la nuit. D'autre part, nous avons vu, quoique rarement, des Altises sucées par le *Zicrona* pendant le jour. La trompe était plongée dans une membrane intersegmentaire de la face inférieure du corps, et il est probable que le prédateur avait profité d'une chute de sa victime pour s'en emparer.

Degeeria funebris Meig. — Cette Tachinaire a été observée pour la première fois comme parasite de l'Altise par Conte et Vaney en 1903 (1) dans un lots d'Insectes provenant de la Loire ; 35 p. 100 des individus étaient attaqués. Ces auteurs ont décrit la larve et la pupe avec suffisamment de détails pour qu'i soit inutile d'y revenir. Cette larve termine son évolution dans le corps de l'adulte. Elle en sort par l'extrémité abdominale en pratiquant un grand trou à contours irréguliers et se transforme aussitôt après. L'hiver se passe pour la *Degeeria* dans le corps des adultes hibernants et la sortie de ses larves commence à s'effectuer dans le courant d'avril pour se continuer en mai.

Cette *Degeeria* est commune à Montpellier ; elle y a été retrouvée par H. Sicard, et j'en ai obtenu un assez grand nombre d'exemplaires. D'après Conte et Vaney la présence de ce parasite occasionne une castration parasitaire totale de l'hôte. Le fait peut paraître vraisemblable *a priori*, mais j'ignore sur quoi les deux auteurs basent leur affirmation, car, dans leur note, ils ne disent pas avoir élevé les Altises parasitées. D'autre part, il ne suffit pas, pour trancher la question, de mettre dans une cage un grand nombre d'Altises pêle-mêle. Ce genre d'élevage, que j'ai pratiqué, m'a fourni un certain nombre de pupes, mais ne m'a donné aucune indication en ce qui concerne la castration. En revanche, un couple isolé au début d'avril, dès son apparition, comprenait

(1) C. Vaney et A. Conte, Sur un Diptère (*Degeeria funebris* Meig.) parasite de l'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* Guér.) (*C. R. Acad. sc.*, t. CXXXVI, 25 mai 1903, p. 1275).

un mâle parasité. Ce mâle mourut le 3 mai en livrant passage à une larve de *Degeeria*. Or, la femelle pondit 92 œufs du 17 avril au 3 mai, et 211 autres après la mort du mâle, soit 303 en tout. Ces œufs se développèrent, ce qui montre bien que le mâle était fécond. On peut éliminer, en effet, l'hypothèse de parthénogenèse, car les femelles maintenues à l'abri des mâles, dès leur éclosion, ne pondent pas ou finissent par déposer un petit nombre d'œufs qui sont stériles. Je dois dire, cependant, que le mâle qui était accouplé le 14 avril, cessa ensuite de le faire jusqu'à sa mort. Il n'en est pas moins vrai qu'il renfermait une larve depuis l'automne précédent, et que la présence de ce parasite n'a entravé l'acte reproducteur que dans les derniers jours de sa vie.

Cette observation montre aussi que la multiplicité habituelle et presque journalière des accouplements n'est aucunement nécessaire à la fécondation des œufs, puisque la femelle pondit des œufs nullement stériles pendant l'espace de quarante-cinq jours après la dernière union sexuelle.

Je n'ai aucun renseignement sur l'effet de la présence de la larve de *Degeeria* chez la femelle de l'Altise et j'ignore si celle-ci reste encore capable de déposer des œufs. Cela paraît probable cependant, si l'on en juge par les observations de Rabaud et Thompson (1) sur une autre Tachinaire, *Minella chalybeata* Meig., parasite aussi d'un Chrysomélide, *Cassida deflorata*. Le cycle évolutif de *Minella* semble analogue à celui de *Degeeria;* sa larve commence son développement dans celle de l'hôte et le termine dans l'adulte. C'est encore dans celui-ci qu'elle hiverne, comme le fait le parasite de l'Altise, et l'éclosion a lieu également au printemps. Or Rabaud et Thompson ont constaté que les Cassides infestées ne trahissent par rien la présence de la Tachinaire. Elles se déplacent, mangent, s'accouplent et même *effectuent leur ponte. Minella chalybeata* n'occasionne donc pas plus de castration parasitaire chez la femelle que chez le mâle, ce qui permet de supposer qu'il peut en être ainsi pour *Degeeria funebris* qui vit tout à fait de la même façon.

Cette Mouche est parfois hyperparasitée par un Ichneumonide du genre *Mesochorus* dont l'adulte sort du puparium, et qui n'est pas très abondant.

(1) Et. Rabaud et W.-R. Thompson, Notes biologiques sur *Minella chalybeata* Meig., parasite de *Cassida deflorata* Suffr. (*Bullet. soc. entom. Fr.*, p. 329, 1914).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOLOGIQUE ET SYSTÉMATIQUE DES *COCCIDÆ*

Par Paul Vayssière,

Ingénieur agronome

Directeur adjoint de la Station entomologique de Paris.

Sommaire.

INTRODUCTION

Les *Coccidæ* sont généralement groupés, dans l'ordre des Rhynchotes, avec les *Aphididæ*, les *Aleyrodidæ* et les *Psyllidæ* sous le terme de Phytophtires. Ces quatre familles ont toutefois des caractères individuels bien nets qui les différencient les unes des autres. On ne connaît pas d'ailleurs de forme de passage entre elles. Tout au plus, peut-on constater que certaines espèces d'*Hormaphidinæ* présentent, dans leur cycle évolutif annuel, une génération aleurodiforme qui établit ainsi un rapprochement entre les *Aphididæ* et les *Aleyrodidæ*. Cette dernière famille est encore peut-être celle qui est la moins éloignée des *Coccidæ*. Pourtant les différences considérables qui les séparent nous engagent à rester, pour l'instant, dans l'expectative. Certains auteurs (Bor-

NER, PATCH) ont cherché à établir des relations entre la nervation des ailes des représentants des quatre familles de Phytophtires ; les résultats obtenus ne permettent pas d'arriver à une conclusion précise en ce qui concerne tout au moins les Coccides.

La filiation des sous-familles de ce dernier entre elles n'est pas plus facile à établir : « Un observateur superficiel s'étonnera de la réunion, dans la même famille, des *Diaspinæ*, des *Lecaniinæ*, des *Pseudococcinæ*, des *Monophlebinæ* tant les insectes femelles de ces divers groupements sont morphologiquement différents, à première vue tout au moins. N'est-ce pas une anomalie de faire voisiner une Diaspine femelle, toujours très petite, dépassant rarement 1 millimètre de long, complètement apode, fixée à un végétal, recouverte d'un bouclier protecteur de composition complexe, et une Monophlébine qui, en général, est un gros insecte, atteignant parfois plus de 20 millimètres, plus ou moins mobile pendant toute son existence et n'ayant qu'une secrétion cireuse plus ou moins cotonneuse adhérente au corps pour le couvrir.

Or, cette divergence entre les sous-familles précédentes n'est qu'apparente et ne se constate que pour les derniers stades femelles. L'étude des jeunes formes larvaires et des séries mâles montre au contraire de grandes affinités entre ces groupes dont l'ensemble, tel qu'il est conçu actuellement, a une homogénéité indiscutable » (VAYSSIÈRE, 1923).

J'ai montré antérieurement ce qu'il faut penser, d'une manière générale, des coupes génériques et spécifiques qui ont été opérées dans les *Coccidæ*. J'ai pu alors écrire : « Après une étude approfondie de la plupart des genres de Coccides, on est particulièrement troublé pour sérier les unités selon la conception actuelle de la classification zoologique. Dans de nombreux cas, on trouve si facilement tous les passages entre deux ou plusieurs espèces qu'on est en droit de se demander si ces groupes de formes auxquels nous attribuons le nom de « genre » et auxquels correspondent les dénominations de *Aspidiotus*, *Diaspis*, *Chionaspis*, etc., ne marquent pas dans l'évolution de la famille un stade réel phylogénétique et si les termes : « espèce » ou « espèce élémentaire » ne désignent pas, au contraire, dans la classification, que des groupements commodes d'individus » (1). Par contre, de nombreux genres (*Puto*, *Ceroputo*, *Hemichionaspis*, *Fiorinia*, *Leucaspis*, etc.) paraissent eux-même avoir été fondés sur des caractères bien fragiles.

Enfin, dois-je ajouter que la famille des Coccides présente encore bien d'autres attraits pour le biologiste : quoi de plus curieux que ces Insectes, dont les métamorphoses, après le premier stade larvaire, sont si différentes suivant qu'on suit la série mâle ou la série femelle, les termes extrêmes n'ayant aucune ressemblance morphologique. Les mâles, à quelques exceptions près, sont toujours des insectes métaboliques avec un stade nymphal, bien caracté-

(1) Je veux dire par là qu'on peut donc envisager dans la famille des Cochenilles, pour quelques cas particuliers tout au moins, un groupement naturel : le genre.

risé, tandis que les femelles subissent une évolution régressive qui a pu être comparée à l'amétabolie que l'on trouve chez les formes parthénogénétiques des *Aphididæ* (Henneguy).

Rappelons enfin que nombre de cochenilles sont parmi les plus grands fléaux de nos cultures métropolitaines ou coloniales, telles sont : *Aulacaspis pentagona*, *Epidiaspis pyri*, *Aspidiotus ostreæformis*, *Mytilaspis pomorum*, *M. gloveri*, *Pseudococcus citri*, *Saissetia viride*, etc. Cette dernière considération donne l'explication de l'intérêt primordial que ces insectes présentent pour un laboratoire d'Entomologie agricole. Aussi, n'est-on pas étonné de constater que, sauf de rares exceptions (Signoret, Laing), les spécialistes en Coccides, tant pour la systématique que pour la biologie, ont été ou sont des travailleurs de laboratoire d'Entomologie appliquée : Berlese, Brain, Cockerell, Comstock, Ferris, Green, Kuwana, Leonardi, Marchal, Maskell, Morrison, Newstead, Silvestri, etc., etc.

La Station entomologique de Paris n'a pas échappé à cette nécessité et possède à l'heure actuelle, une collection de Coccides et une bibliographie, concernant ce groupe, unique dans notre pays. J'ai pu ainsi, au cours d'une dizaine d'années, groupées en deux périodes, séparées par la guerre (1914-1918), me familiariser suffisamment avec ces insectes pour tenter aujourd'hui l'exposé de certaines données générales sur quelques points de leur intéressante biologie.

La question est ardue pour ces mêmes raisons qui font que la famille des Coccides n'est pas étudiée par les amateurs, les collectionneurs. Tout d'abord la détermination spécifique des cochenilles est chose extrêmement délicate. On ne peut pas compter sur une détermination macroscopique dans la plupart des cas. Évidemment tout le monde reconnaît *Saissetia oleæ* Bern., la cochenille noire de l'Olivier, qui est bien distincte des espèces les plus voisines. Il en est de même pour l'*Icerya purchasi*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Ch. ficus*, *Mytilaspis pomorum*. Mais la liste de ces espèces déterminables, au premier abord, est très limitée. Notre plus éminent spécialiste en Coccides ne vient-il pas de reconnaître une erreur personnelle de détermination due à un aspect extérieur absolument semblable de deux espèces bien différentes (Green, 1923).

Pour acquérir une certitude dans l'identité d'une cochenille, il est indispensable d'avoir recours à une étude au microscope des organes externes et du tégument. Une technique particulière a été établie à la station entomologique de Paris, par P. Marchal, lors de ses travaux sur les Cochenilles de la France et du Nord de l'Afrique [1908].

Technique. — Toutes les cochenilles, qui existent dans la collection de la Station entomologique, ont été étudiées après avoir subi les différentes opérations suivantes :

1° Ébullition modérée dans une solution de potasse caustique à 10 p. 100, afin de détruire les organes internes de l'insecte. Durée variable avec la gros-

seur de ce dernier: de une heure pour des Diaspines à six ou même dix heures pour un *Aspidoproctus*.

2° Lavage à l'eau distillée à l'ébullition. On laisse refroidir. Durée : six à vingt-quatre heures.

3° Déshydratation, par passage successif dans les alcools à 40°, 70°, 90°. Durée dix minutes à une heure dans chaque liquide.

4° Coloration au rouge de Magenta en solution dans l'alcool absolu. Durée deux à dix minutes.

5° Passage dans l'alcool absolu, destiné à éliminer l'excès de colorant.

6° Passage dans le xylol. Durée : cinq à trente minutes.

7° Montage au Baume de Canada.

Ce montage, à la Station entomologique de Paris, ne s'effectue pas entre lame et lamelle en verre comme c'est l'habitude en technique microscopique. Une cochenille doit être en général étudiée sur ses deux faces : il est indispensable de pouvoir mettre celles-ci successivement au point, à l'aide du microscope, soit en ne déplaçant pas la préparation, soit souvent en retournant celle-ci sens dessus dessous. A un fort grossissement l'épaisseur de la lame qui enlève déjà de la lumière, empêche d'effectuer la mise au point. Pour obvier à ces inconvénients, P. Marchal, dès 1902, adopta un modèle de lames en bois (acajou) de 52 millimètres de long sur 25 millimètres de large et 2 millimètres d'épaisseur, qui sont perforées à leur centre d'un orifice de 20 millimètres de diamètre. Les insectes sont montés entre deux lamelles, dont l'une au moins est carrée (22 millimètres) et est préalablement fixée à la lame en bois au moyen de baume de Canada (1).

En dehors de la commodité pour l'examen microscopique, ce montage sur lame en bois présente d'autres avantages qui ne sont pas négligeables. La fragilité de la préparation en particulier n'existe plus : les chutes sur le sol, quelle qu'en soit la hauteur, sont complètement inoffensives pour le matériel d'études qui a souvent coûté beaucoup de temps et de soins à mettre entre lamelles. Sous un emballage sommaire, nos préparations voyagent par la poste sans bris comme cela se produit si souvent dans le cas de préparations sur lames de verre.

La technique que je viens d'exposer est celle qui a été adoptée par notre laboratoire pour l'étude comparative des divers Coccides. Il est évident que si on approfondit la biologie d'une espèce donnée, cette méthode devient insuffisante et doit être complétée, dans la mesure jugée utile, par l'arsenal mis à notre disposition par la technique microscopique. Dans mes recherches sur *Guerinia serratulæ*, j'ai utilisé du matériel passé ou conservé dans le liquide alcoolique de Bouin, dans la glycérine pure, dans le sublimé bouillant, dans une solution d'eau de Javel, etc.

(1) Ainsi donc, le procédé préconisé par C. Cépède, sous le titre de « Nouveau montage des préparations microscopiques permettant l'étude des deux faces aux plus forts grossissements et supprimant les procédés spéciaux d'emballage » (*C. R. Ac. Sc.*, CLVI, 1913), est beaucoup moins nouveau que l'auteur ne le pense. Ce dernier qui connaissait nos lames de bois ne préconise pas spécialement cette substance.

Ainsi donc, grâce à la documentation accumulée à la Station entomologique de Paris, depuis plus de vingt ans, j'ai pu aborder, avec une rare sécurité, l'étude si complexe et si captivante de la famille des Coccides.

Je dois à mon Père, ma première formation scientifique : c'est lui qui, dès ma plus tendre enfance, m'initia aux études biologiques et me les fit aimer. Je serais profondément heureux et fier si, dans les pages qui suivent, mon éminent et cher Maître, M. P. Marchal, dont je suis le modeste collaborateur depuis près de quinze ans, retrouvait la trace d'une empreinte due à ses remarquables travaux sur la biologie des Insectes et sur les Coccides ainsi qu'aux nombreuses marques de sollicitude qu'il m'a toujours témoignées. Les encouragements de M. E.-L. Bouvier, unis à une affection quasi-paternelle, ont été pour moi particulièrement précieux depuis le début de ma carrière scientifique. Je profite de l'occasion présente pour exprimer toute ma gratitude à M. Et. Rabaud qui n'a cessé, au cours de mes recherches entomologiques, de me prodiguer ses conseils si bienveillants et si autorisés. Puis-je donner le conseil aux jeunes gens, attirés par l'étude des mœurs des animaux terrestres, de fréquenter le laboratoire de biologie expérimentale de la Sorbonne où ils trouveront une atmosphère scientifique nouvelle et originale qui développe le sens critique dans les observations sur les manifestations des êtres vivants.

Je n'aurais certainement pas mené à bonne fin le présent travail si, grâce à l'intervention de l'éminent directeur de l'Institut des Recherches agronomiques, M. Eug. Roux, je n'avais pu faire un séjour d'études en Grande-Bretagne, au British Museum Natural History, auprès de mon ami M. Laing et surtout chez M. E.-E. Green qui possède la plus belle collection de Coccides du monde et auprès duquel j'ai toujours trouvé l'accueil le plus bienveillant et les conseils les plus éclairés. Mes relations personnelles avec MM. Cockerell, Ferris et Morrison, des États-Unis, m'ont également beaucoup aidé.

Enfin, il m'est agréable d'adresser mes remercîments les plus cordiaux à mes collaborateurs de la Station entomologique ainsi qu'à MM. Pétré et Herring pour le concours qu'il m'ont apporté en vue de rendre aussi satisfaisante que possible la présentation de ce mémoire.

PREMIÈRE PARTIE. — LA SOUS-FAMILLE DES *MONOPHLEBINÆ*

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

La sous-famille des *Monophlebinæ* est considérée en général comme formée par les Coccides les plus rapprochées du type ancestral. On en connaît de nombreuses espèces fossiles, dont les plus anciennes décrites appartiennent à l'Oligocène.

Ce groupe des *Monophlebinæ* est étroitement lié à deux autres, les *Marga-*

rodinæ et les *Ortheziinæ*, au point que certains auteurs, FERRIS en particulier, réunissent ces trois sous-familles sous une dénomination globale, les *Monophleboidæ*. Les caractères qui leur sont communs les séparent très franchement, sans aucune ambiguité des autres coupes de même importance qui ont été faites dans la famille des Coccides, qu'il s'agisse des *Pseudococcinæ*, des *Lecaniinæ* ou des *Diaspinæ*.

Les *Monophleboidæ* se reconnaissent par la présence d'yeux composés chez les adultes mâles et par l'existence, dans tous les stades évolutifs chez les deux sexes, de stigmates abdominaux situés normalement sur la face dorsale, les stigmates thoraciques étant ventraux.

L'absence totale des pièces buccales dans un stade au moins de l'évolution, accompagnée de l'existence de métamorphoses spéciales dans la série femelle, et même d'hypermétamorphoses pour certains mâles (*Neomargarodes trabuti* Marchal) suffirait à séparer les *Margarodinæ* des deux autres sous-familles. Toutefois, FERRIS a montré l'existence de pièces buccales dans tous les stades femelles chez *Xylococcus macrocarpæ* Coleman (*Margarodinæ*) et j'ai moi-même dû créer un genre spécial de *Monophlebinæ* pour des espèces chez lesquelles il n'y a plus de pièces buccales chez la femelle adulte. Quant aux *Ortheziinæ*, on les différencie par l'existence d'un anneau anal sétifère, tout à fait comparable à celui des *Pseudococcinæ*.

Ceci étant posé, je caractériserai le groupe des *Monophlebinæ* ainsi : Coccides Monophleboïdes, de taille généralement grande, parfois très grande. Antennes (dix à onze articles), pattes et pièces buccales présentes chez tous les stades femelles, un genre excepté. Pas d'anneau anal sétifère. Orifices glandulaires souvent de tailles et types différents chez un même individu.

S'il est en général assez facile de classer une cochenille dans les *Monophlebinæ*, les difficultés surgissent quand il s'agit de grouper les individus dans des coupes systématiques telles que les genres et les espèces. Cela tient, semble-t-il, surtout à la pauvreté en matériel d'étude. J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur ce point (VAYSSIÈRE, 1923). La presque totalité des insectes qui entrent dans cette sous-famille, vivent dans les régions tropicales ou sub-tropicales, et les voyageurs qui en récoltent les spécimens ne s'attachent pas, — parce qu'en général non initiés à la biologie des Coccides, — à recueillir les deux sexes ou les divers stades d'une même espèce. «Or, quand on voit tous les aspects que prend, au cours de son évolution, une Monophlébine, *Aspidoproctus tricornis* Newst. par exemple, on reste convaincu que certaines espèces ont pu être décrites sous plusieurs noms différents, surtout si les auteurs n'ont pas fait intervenir les caractères microscopiques du tégument. En outre, les espèces, connues seulement par le stade adulte mâle, sont très difficiles à classer avec les diagnoses actuelles, aucun critérium satisfaisant n'ayant pu être encore trouvé pour ce sexe. Ainsi, le nombre des prolongements charnus abdominaux considéré en général comme un des caractères, non seulement spécifiques, mais génériques

importants, est susceptible de variations d'une espèce à l'autre et même chez une espèce donnée. » (VAYSSIÈRE, 1923.)

Je me suis d'abord attaché à tenter une classification générique des *Monophlebinæ*, basée sur des caractères dont la constance m'a paru exister. C'est en effectuant ce travail, que je me suis rendu compte combien il est parfois difficile de grouper et de classer les organismes et qu'il ne fallait pas perdre de vue, dans de telles recherches, que les formes extérieures « ne fournissent que des indications superficielles, qu'elles ne conduisent nullement à séparer des catégories d'égale valeur. »... « Ce que nous appelons genre, espèce, race, n'existe pas en soi ; ce sont des cadres construits de toutes pièces et rien ne nous autorise à concevoir une relation nécessaire entre ces cadres et les individus qu'ils réunissent. » (RABAUD, 1920).

Caractères extérieurs. — On ne peut en général compter sur les caractères tirés de l'ornementation macroscopique du tégument, ou même simplement de l'allure générale de l'insecte. C'est certainement la raison pour laquelle MASKELL a fait entrer sous le même nom spécifique de *Drosicha crawfordi*, des Coccides qui ont dû être éloignées les unes des autres par MORRISON. De plus, notre matériel d'étude nous parvient à sec ou dans un liquide conservateur ; dans les deux cas, certains ornements, d'apparence caractéristique lors de la récolte, sont le plus souvent détruits partiellement ou en totalité : tel est le cas des prolongements cireux, crayeux, des ovisacs, etc.

Antennes. — Le nombre d'articles aux antennes de la femelle adulte a été considéré pendant longtemps comme un caractère générique important. Sa valeur a diminué, au point de vue systématique, depuis qu'on a constaté qu'il est susceptible de varier d'une espèce à la voisine, chez une même espèce (*Monophlebus corpulentus*, *Clypeococcus hempeli*, divers *Icerya*, etc.) et même sur un seul individu (*Steatococcus*, *Monophlebus fuscipennis*).

J'ai pu constater par contre que le nombre d'articles des antennes du premier stade larvaire apparaît d'une constance remarquable. Cette observation donne à ces organes une importance de premier plan qui n'avait jamais été mise en lumière avant ma précédente note (1923), si ce n'est par GREEN lors de sa classification des Monophlebines de Ceylan (1922).

On a coutume, depuis MASKELL, de considérer comme caractère de la famille des Coccides l'existence de six articles aux antennes du premier stade larvaire (LEONARDI) ; or, nous trouvons, chez les *Monophlebinæ*, deux groupes d'insectes de valeur sensiblement égale, l'un dont la larve possède, à l'éclosion, six articles aux antennes (*Icerya* et genres voisins), l'autre dont l'antenne larvaire n'a que cinq articles (*Monophlebus*, *Aspidoproctus* et genres voisins).

Appareil respiratoire. Stigmates abdominaux. — Afin d'aborder dans les meilleures conditions de clarté la question des stigmates abdominaux chez les *Monophlebinæ*, j'ai pensé qu'il était utile de résumer et de discuter ce

que l'on connaît sur l'organisation de l'appareil respiratoire chez les cochenilles en général.

En effet, l'étude particulière de l'appareil respiratoire des Coccides offre un grand intérêt, non seulement au point de vue de la systématique de ces insectes, mais aussi au point de vue de la biologie générale. On trouve, dans cette famille, tous les intermédiaires entre le minimum (deux paires) d'orifices stigmatiques connu chez les insectes et le maximum (dix paires), sans qu'on puisse donner de raisons physiologiques ou autres bien probantes pour expliquer les variations constatées.

La très grande majorité des Coccides, (sous-familles des *Diaspinæ*, *Pseudococcinæ*, *Lecaniinæ*, etc.), ne possèdent que deux paires d'orifices stigmatiques ; ces organes sont toujours ventraux ; ils dépendent, semble-t-il, des mésothorax et métathorax, mais sont en général placés dans, ou presque dans, la membrane qui réunit ces deux segments avec le segment qui les précède immédiatement. Divers auteurs ont décrit le système trachéen en rapport avec la présence des deux seules paires de stigmates thoraciques. Après TARGIONI-TOZZETTI (1867) et surtout PUTNAM (1897), BERLESE (1896) et TEODORO (1916) ont étudié l'appareil respiratoire chez les *Lecaniinæ*, les *Pseudococcinæ* et les *Diaspinæ*. Dans les deux premiers groupes, il existe trois troncs trachéens transversaux : un ventral, anastomotique des stigmates de la première paire et un ventral et un dorsal anastomotique des stigmates de la deuxième paire. Chez les *Diaspinæ*, d'après BERLESE, il y a un petit tronc transversal anastomotique de la première paire et un grand arc trachéen qui fait le tour du pygidium et dont les deux extrémités aboutissent aux stigmates postérieurs. Les trachées antennaires et celles des deux premières paires de pattes dépendent de la première paire de stigmates, celle de la troisième paire de pattes dépendent de la deuxième paire de stigmates.

En somme, dans les groupes précédents, l'appareil respiratoire est très simple et toutes les observations sont concordantes sur sa constitution.

Si on aborde l'étude des trois sous-familles, *Monophlebinæ*, *Margarodinæ* et *Ortheziinæ*, on constate que toutes les espèces possèdent, outre les deux paires de stigmates thoraciques, un nombre de stigmates abdominaux qui varie de deux à huit, suivant l'espèce considérée. Cette particularité du système respiratoire chez certains Coccides est extrêmement intéressante. On a pu dire, TEODORO en particulier, avec une apparence de véracité, que la réduction du nombre de stigmates chez la plupart des Coccides est en rapport avec la vie sédentaire, plus ou moins complète, menée par ces insectes et la réduction progressive se serait opérée le long de l'abdomen, de l'arrière à l'avant. L'auteur italien, à l'appui de son hypothèse, oppose les « Coccides *sensu strictu* » aux *Orthezia* qui ne sont pas fixés pendant la plus grande partie de leur vie. R. E. SAVAGE, en étudiant l'appareil respiratoire de *Monophlebus octocaudata*, croit que la présence, exceptionnelle (d'après lui), des stigmates abdominaux chez

cette espèce, est en rapport uniquement avec la taille relativement grande de cet insecte.

Il ne me semble pas, pour ma part, que les deux hypothèses précédentes (Teodoro et Savage) soient plus vraisemblables ou plus rationnelles qu'une troisième qui, d'ailleurs, les englobe plus ou moins, et qui serait basée sur l'évolution de la famille des Coccides. En effet, à l'encontre de l'hypothèse de Teodoro, nous trouvons, dans les *Pseudococcinæ* en particulier, un grand nombre d'espèces qui restent actives pendant la presque totalité de leur existence et qui n'ont pourtant que les deux paires de stigmates thoraciques ; par contre, des stigmates abdominaux sont présents chez l'*Icerya purchasi* qui se déplace peu ou pas dès le début de la ponte qui s'étend sur une période souvent très longue. Pour ce qui est de la taille des insectes (Savage) nous avons des *Monophlebus*, des *Icerya*, des *Orthezia* qui sont beaucoup plus petits que certains *Lecanium* ou *Pseudococcus*. De même l'*Icerya maximus* qui n'a que trois paires de stigmates abdominaux est beaucoup plus grand que la plupart des *Monophlebus* qui possèdent sept paires de stigmates abdominaux.

Tous ces faits se concilient si on fait remarquer que par l'ensemble de leurs caractères fondamentaux, les Coccides Monophléboïdes sont beaucoup plus près du type ancestral des Rhynchotes que les autres espèces de la même famille dont l'évolution régressive frappe tout d'abord l'appareil respiratoire.

Selon Henneguy, les stigmates sont situés sur les parties latérales du corps dans la partie molle des téguments qui réunit la plaque chitineuse dorsale à la plaque ventrale. « Chez les Coléoptères et la plupart des autres insectes, ils sont « plus rapprochés de la face ventrale dans le thorax et plus rapprochés de la face dorsale dans l'abdomen ». Cette assertion est sensiblement exacte pour les Coccides. On est frappé, dans un grand nombre d'espèces, du déplacement, en sens inverse, des stigmates thoraciques d'une part, des stigmates abdominaux d'autre part. Très couramment les stigmates thoraciques se rencontrent sur la face ventrale soit entre les points d'attache des pattes : entre les 1ère et 2e paires, et 2e et 3e paires (*Icerya*, par exemple), soit même à l'intérieur de l'espace circonscrit par les six points d'attache (divers *Aspidoproctus*). Par contre, les stigmates abdominaux, quand ils existent, sont le plus souvent très nettement sur la face dorsale, parfois très éloignés du bord du corps. (*Marchalina hellenica.*)

Au sujet de la réduction du nombre de stigmates, Teodoro signale qu'elle s'opère progressivement de l'arrière à l'avant. Ceci n'est en général pas exact. Quand deux paires de stigmates sont seules présentes, l'auteur italien a raison puisque ce sont toujours les paires thoraciques. Si, au contraire, on considère la réduction *progressive* du nombre des stigmates abdominaux, par exemple dans la série des genres de *Monophlebinæ* : *Monophlebus*, *Guerinia*, *Icerya*, on constate que ces organes disparaissent d'abord sur les premiers segments abdo-

minaux et ne persistent que sur les 6e, 7e et 8e segments dans le dernier genre cité.

Enfin, dernièrement, j'ai entrepris diverses recherches bibliographiques en remontant progressivement jusqu'aux auteurs les plus anciens, qui, à ma connaissance, ont porté leur attention sur l'organisation de l'appareil respiratoire chez les Coccides et même les Rhynchotes. J'ai ainsi constaté que certaines « découvertes » auxquelles j'ai cru contribuer n'existent pas et ne viennent que confirmer des observations antérieures qui ne sont pas rappelées dans les travaux récents sur les Cochenilles.

C'est ainsi que j'ai pu écrire, il y a quelques années (1923) : « Rien n'est plus surprenant que le mutisme complet des auteurs relativement aux stigmates abdominaux, jusqu'à ces toutes dernières années. » Et j'ajoute : « Ferris a fort bien exposé la question; il a en outre vérifié l'existence de ces organes chez un certain nombre d'espèces et je les ai personnellement rencontrées chez tous les *Monophlebinæ*, *Margarodinæ*, *Ortheziinæ*, mis à ma disposition. »

Depuis cette époque, j'ai pu consulter le travail fort important de Handlirsch (1899) sur le nombre des stigmates chez les Rhynchotes. On y lit en particulier : « J'ai trouvé des stigmates abdominaux chez *Monophlebus* sp. des Célèbes, *Palæococcus* (*Leachia*) *brasiliensis* mâle et femelle, *Palæococcus* sp. de Grèce (*Pinus*) et de Corse (*Olea*), *Ortonia Bouvari* femelle, *Guerinia serratulæ* femelle, *Llaveia axin* femelle, *Cælostoma zeylandicum* femelle. Chez *Icerya purchasi* et *I. seychellarum*, je n'ai vu aucun stigmate; si cette observation est confirmée, *Icerya* doit être séparé du groupe des Monophlébines. *Dactylopius*, *Pseudococcus*, *Coccus*, *Porphyrophora*, *Puto*, *Antonina* et *Leucaspis* ne portent aucun vestige de stigmates abdominaux. » Handlirsch conclut à la division des Coccides en deux groupes principaux : d'un côté les Monophlebines (s. str.) avec *Ortheziinæ* et d'un autre côté tous les autres Coccides et l'auteur ajoute : « A ma connaissance, personne n'a encore mis cette différence en évidence. » Ainsi, selon que les stigmates abdominaux sont présents ou non, Handlirsch, il y a vingt-cinq ans, préconisait déjà la séparation des Coccides en deux grands groupes, comme Ferris et moi-même, l'avons indiqué ces dernières années. Pour être juste, je noterai que Burmeister (1839), dans la description originale de *Monophlebus fuscipennis*, signale très clairement la présence sur l'abdomen de stigmates au nombre, dit l'auteur, de cinq paires. Il y a certainement une erreur dans le chiffre, ainsi que je l'ai constaté, mais l'observation n'en conserve pas moins sa valeur de priorité. Enfin, Hempel, en 1912, observe l'existence de trois paires de stigmates abdominaux chez *Icerya genistæ* ; ce même auteur dans son premier mémoire sur les Coccides brésiliens (1900) n'a pas eu toutefois l'attention portée sur ce point en étudiant *Icerya brasiliensis*, *I. schrottkyi* et *Crypticerya hempeli*.

La seule description d'appareil respiratoire d'une Monophlébine a été faite en 1914 par Savage, élève de M. Lefroy. La cochenille étudiée est *Mono-*

phlebus octocaudatus Green. L'auteur entre surtout dans les détails de la musculature des orifices stigmatiques. Au point de vue de l'organisation générale, Savage a observé un premier tronc trachéen transversal, reliant les stigmates antérieurs, un second tronc transversal reliant les stigmates métathoraciques et enfin une paire de troncs trachéens longitudinaux reliant les stigmates thoraciques antérieur et postérieur entre eux. Des stigmates métathoraciques, partent deux grands arcs trachéens qui font le tour de l'abdomen, l'un le long de la face dorsale, l'autre au-dessus du tégument ventral. De ces deux troncs, se détachent symétriquement de chaque côté du corps sept trachées qui viennent aboutir aux sept paires de stigmates abdominaux, à proximité desquelles elles se fusionnent avec la trachée correspondante de l'autre arc.

Dans l'ensemble, j'ai trouvé une organisation de l'appareil respiratoire très comparable dans les Monophlébines que j'ai observées : *Marchalina hellenica*, *Monophlebus suedæ*, *Guerinia serratulæ* et divers *Icerya*. Dans ce dernier genre, ainsi qu'il a été dit plus haut la réduction du nombre des stigmates abdominaux est maximum : trois paires chez toutes les espèces connues sauf *I. purchasi* qui n'en a que deux paires. Pour suppléer à l'absence des stigmates abdominaux antérieurs, j'ai constaté par exemple chez *Icerya schoutedeni*, décrit dans les pages suivantes, que la 2e paire de stigmates thoraciques donne naissance à un bouquet de six troncs trachéens, d'importance sensiblement égale, qui se répandent dans l'abdomen jusqu'au niveau du 6e segment ; de là, ils vont s'anastomoser deux par deux avec les six petits troncs trachéens, issus des trois paires de stigmates abdominaux.

Chez les adultes mâles, les stigmates abdominaux existent en même nombre que chez les femelles de la même espèce. Une préparation d'*Icerya nigroareolata* mâle, m'a fourni l'occasion d'un schéma de l'organisation trachéenne dans l'abdomen de cet insecte (fig. 82, p. 333).

En résumé, la présence des stigmates abdominaux chez les Coccides Monophléboïdes est un fait biologique important. J'y ai trouvé un caractère systématique de premier ordre. En effet, j'ai constaté que le nombre de stigmates abdominaux peut, en l'absence de précision sur le caractère antennaire de la larve, permettre de situer, dans un grand nombre de cas, la position systématique d'une espèce douteuse. Ainsi presque toutes les espèces qui ont sept paires de stigmates abdominaux ont des larves qui possèdent cinq articles aux antennes et réciproquement : *Monophlebus*, *Drosicha*, *Nodulicoccus*, *Walkeriana*, *Aspidoproctus*, *Labioproctus*. Nous avons toutefois des exceptions à cette proposition : les genres *Marchalina* et *Llaveia* qui ont sept paires de stigmates et une antenne larvaire de six articles et le genre *Nietnera* qui aurait, d'après Green, six paires de stigmates et une antenne larvaire de cinq articles.

Tube anal. — Un caractère que je fais intervenir dans ma tentative de classification et qui n'a jamais, à ma connaissance, attiré l'attention des auteurs, est l'existence, chez certaines Monophlébines d'un « tube anal ». Je désigne

ainsi une portion plus ou moins chitinisée qui termine, avant l'orifice externe, le tube digestif. J'ai eu l'occasion d'étudier cet organe chez *Guerinia serratulæ* en particulier. Ferris (1918) signale son existence dans le genre *Cryptokermes* et écrit à ce sujet que le tube anal « est formé par la chitinisation de la partie postérieure du tube digestif et non par l'invagination de la partie postérieure de l'abdomen ». Cette affirmation, sans explication complémentaire, est insuffisante pour me convaincre. Je pense au contraire que ce tube anal provient en général, après refoulement du rectum à l'intérieur du corps, de la constitution d'un prolongement du tube digestif par le tégument dorsal invaginé. J'y reviendrai au sujet de *Guerinia serratulæ*. Le tube anal dans certains cas est garni, sur son pourtour, de pores secréteurs, toujours en petit nombre (fig. 1).

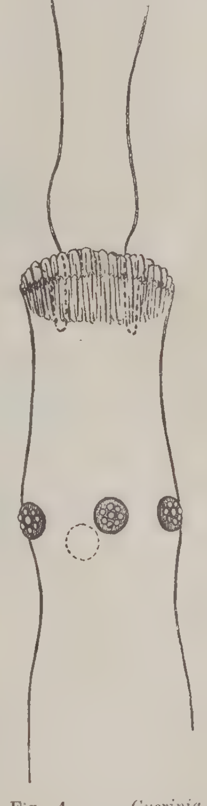


Fig. 1. — *Guerinia serratulæ* : Premier stade larvaire : tube anal.

Organes sensoriels. — Ces organes ne m'ont pas paru particuliers aux *Monophlebinæ*; je les ai observés également chez les *Pseudococcinæ* et les *Lecaniinæ*. On sait que, chez les *Aphididæ*, les organes sensoriels portés par les appendices, antennes ou pattes, ont attiré depuis longtemps l'attention des entomologistes. Ceux des antennes sont en particulier désignés communément sous le nom de sensoria ou rhénaria, les uns étant primaires ou permanents, d'autres secondaires et enfin une troisième catégorie comprenant des satellites des sensoria du premier groupe. Sur les pattes, on constate, chez les femelles ovipares des *Aphididæ*, à la surface des tarses postérieures un très grand nombre d'organes sensoriels arrondis qui, vraisemblablement, guident la femelle dans la ponte de ses œufs, d'après L. Gaumont.

De tels organes sensoriels n'ont, à ma connaissance, jamais été étudiés chez les Coccides. Or, dans mes recherches sur les *Monophlebinæ*, sur *Guerinia serratulæ* en particulier, j'ai constaté leur présence d'une façon constante en certains points déterminés des appendices, antennes et pattes. Chez la femelle adulte, un organe sensoriel existe sur la membrane qui relie les 2e et 3e segments de l'antenne et à sa partie externe. Il est porté par une légère protubérance, qui ne se distingue pas toujours très nettement sur les préparations, mais avec un peu d'attention, il est toujours possible de le localiser. Un autre de ces organes est présent également sur une petite saillie vers l'extérieur, à l'extrémité distale du tarse, au niveau de l'articulation avec le tibia. Enfin le trochanter possède, normalement, huit sensoria, quatre de chaque côté, qui, sur les préparations, se détachent très nettement sous forme de deux cercles plus

clairs que le segment et concentriques l'un à l'autre et qui ont les mêmes places chez tous les individus. On pourrait les confondre avec les cicatrices dues à la chute de soies, mais il est facile de différencier le cercle blanc laissé par ces derniers, des cercles de plus grand diamètre rose pâle (sur les préparations colorées) qui représentent des amincissements du tégument (fig. 2).

J'ai constaté la présence de ces organes sensoriels chez toutes les espèces

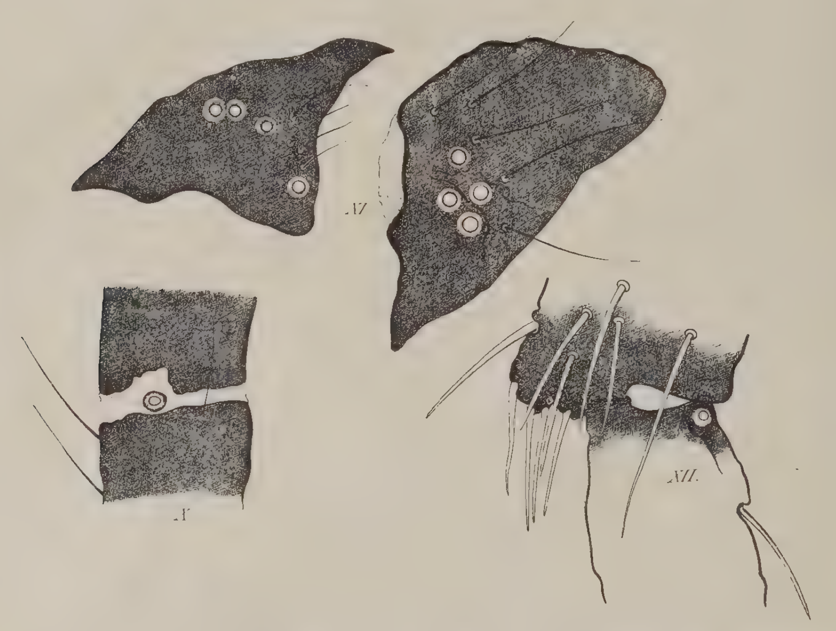


Fig. 2.— *Guerinia serratulæ.* Femelle adulte : organes sensoriels, en X sur antenne (entre 2e et 3e articles), en XI, sur les deux faces du trochanter ; en XII, sur le tarse. (Gr = 270).

étudiées. D'ailleurs certains auteurs les figurent sur leurs dessins sans en parler dans le texte : tel est le cas de MORRISON qui figure ceux des trochanters chez les *Monophlebulus* qu'il étudie. De même, FERRIS dessine l'organe sensoriel de l'antenne chez la larve de *Cryptokermes brasiliensis.* Il n'y a que NEWSTEAD qui y fait allusion dans la description qu'il donne de *Clypeococcus hempeli* (1919-1920).

Poche marsupiale. — Dès 1913, j'ai insisté, après COCKERELL et NEWSTEAD, sur cette curieuse invagination du tégument ventral, en étudiant *Aspidoproctus Vuilleti* Vayss. Le marsupium est un caractère générique important, d'autant moins négligeable qu'il coïncide, en général, avec un épaississement chitineux tout à fait spécial du derme, qui est alors dur et cassant.

Ornements du derme.— Je rappelle que les caractères morphologiques des ornements (épines, soies, poils glandulaires, orifices glandulaires, etc.) du derme m'ont paru extrêmement importants pour l'établissement des coupes

génériques et pour caractériser les espèces. Les épines sont en général sans pièce basilaire spéciale ; elles sont robustes, souvent courtes et à l'extrémité apicale aiguë ; mais il peut y avoir quelques variations. Les soies au contraire ont toujours une partie basilaire qui chez certaines espèces se prolongent nettement sur une courte distance le long de la soie par une mince membrane très légèrement chitinisée ; ce sont les soies à collerette.

J'attire l'attention tout spécialement sur des sortes d'épines qui sont

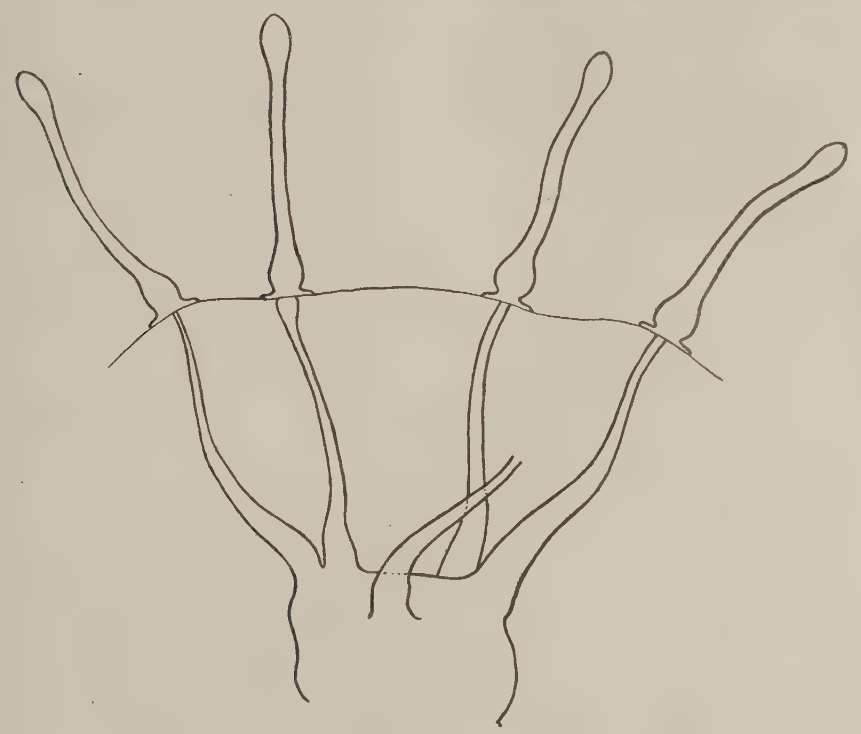


Fig. 3. — *Aspidoproctus maximus :* Poils glandulaires et les conduits sécréteurs internes correspondants (Gr = 640.)

caractéristiques du groupe des *Walkeriana* et *Aspidoproctus* et que j'ai déjà eu l'occasion de désigner sous le nom de « poils glandulaires » (1913). Cette dénomination implique un rôle d'organe de secrétion très difficile en général à mettre en évidence. Toutefois, des préparations microscopiques d'*Aspidoproctus maximus* m'ont permis de constater (ce que je supposais) l'existence à la base de ces poils, sous la cuticule de petits canaux qui les mettent en relation avec des poches d'apparence secrétrice (fig. 3). La situation de ces poils glandulaires groupés en certains points du corps surtout dans la région marginale nous permet de penser que, selon toute vraisemblance, ils sont les organes producteurs, en partie tout au moins, des prolongements crayeux qui existent seulement chez les espèces appartenant aux genres précités ou aux genres voisins.

Ces poils glandulaires m'apparaissent identiques en constitution et fonction à ceux qui se rencontrent sur le derme des *Orthezinæ* et qui sont les organes producteurs des ornements calcaires. MAC GILLIVRAY (1921) les considère à tort sous le nom de « pilacerores », comme caractéristiques de cette dernière sous-famille.

Il y a lieu d'ajouter que ces « poils glandulaires » ont sans doute la même signification que l' « épine dorsale » des *Tachardiinæ*, qui, elle, est en rapport avec de nombreuses petites glandes dont on connaît d'ailleurs mal le rôle dans les secrétions des insectes producteurs de laque.

Enfin il existe sur le derme de toutes les Monophlébines des pores que les systématiciens désignent par les termes de « glandes ou pores dermiques multiloculaires ». Ces dénominations correspondent, en général, à un ensemble d'organes un peu différents les uns des autres. Il y a d'abord très nettement des pores cloisonnés, comme chez les *Aspidoproctus*, les *Walkeriana*, etc., qui méritent très exactement l'épithète de « multiloculaires » (triloculaires, quadriloculaires, etc.) ; la plupart sont encore appelés, pour rappeler leur constitution, « pores tubulaires ».

Mais souvent les orifices externes ne sont qu'apparemment cloisonnés ou bien ont quelques cloisons réelles et d'autres fictives. Cette conclusion est due simplement à ce que l'étude des Coccides se fait au microscope avec des préparations aplaties dorso-ventralement qui, en général, ne révèlent pas le relief de certains organes par rapport à la surface du derme. GREEN (1923) a récemment insisté sur ce point et par un dessin très clair montre comment doit être comprise l'apparence étoilée de nombreux pores multiloculaires.

Ces organes ont la forme de coupe plus ou moins profonde à parois à épaississement chitineux, disposés régulièrement, alternant avec des zones très peu chitinisées, transparentes, qui se détachent, dans une vue verticale, en clair avec l'aspect d'orifice nombreux périphériques. On peut facilement s'en rendre compte quand ces organes se présentent de profil sur les préparations.

Ainsi que je le disais en 1923, après avoir signalé ces distinctions anatomiques une fois pour toutes, il n'apparaît pas nécessaire d'alourdir la nomenclature des organes par des noms nouveaux et le terme « multiloculaire » peut être conservé indifféremment pour les diverses sortes de pores précédents.

Poils en spatule. — J'ai montré, dans ma première étude sur les *Monophlebinæ*, l'existence de poils particuliers à l'extrémité apicale du mentum, chez un certain nombre d'espèces (fig. 4). J'ai donné à ces ornements le nom de « poils en spatule », à cause de leur extrémité brusquement élargie et d'apparence aplatie. Nous sommes certainement en présence d'organes sensoriels, du toucher sans doute, qui doivent permettre aux insectes qui les possèdent d'établir une certaine distinction entre leurs divers hôtes. Ces poils n'ont, à ma connaissance, jamais été signalés, bien que leur existence me soit apparue constante à tous les stades d'évolution de la série femelle, chez toutes

les espèces, dont le premier stade larvaire a six articles aux antennes. Nous sommes donc en présence d'un deuxième caractère en relation avec le nombre



Fig. 4. — *Icerya purchasi*. Premier stade larvaire : Mentum avec ses poils en spatule.

d'articles des antennes, le premier étant celui du nombre des stigmates abdominaux.

Nombre de stades larvaires. — L'étude biologique des Coccides a surtout porté sur les espèces des régions tempérées, c'est-à-dire sur les cochenilles appartenant aux *Pseudococcinæ*, aux *Lecaniinæ*, et aux *Diaspinæ*. Il semble bien que, dans ces trois sous-familles, la femelle, pour atteindre le stade adulte, n'opère que deux mues. Les auteurs ont, pour la plupart, étendu cette règle à toute la famille. C'est le cas de Leonardi et de Newstead, en particulier. Or, les *Monophlebinæ* et les *Ortheziinæ* (1) ont toujours dans la série femelle, trois stades larvaires, les deux premiers ont le même nombre d'articles aux antennes, mais la taille de l'insecte est en général bien différente. Kuwana a fait une étude remarquable de ces stades pour les Monophlébines du Japon. J'ai constaté les mêmes caractères pour les espèces que j'ai eu à des stades différents, entre les mains.

J'ai tenu à préciser ce point sur l'évolution des Monophlébines afin de prévenir les confusions qui peuvent se produire en lisant les auteurs qui nomment deuxième stade larvaire, celui qui est le troisième, avec en général neuf articles aux antennes.

(1) Je ne parle pas des *Margarodinæ* qui subissent des métamorphoses particulières.

II. — ÉTUDE BIOLOGIQUE D'UNE MONOPHLÉBINE : *GUERINIA SERRATULÆ* FAB.

A. **Description de** *Guerinia serratulæ.* (Pl. I, fig. 1, 2, 3 ; Pl. II, fig. 1.)

F e m e l l e a d u l t e . — Longueur : 3 à 8 millimètres; largeur : 1mm,5 à 3 millimètres ; hauteur : 1 à 2 millimètres.

Normalement l'insecte se présente couvert d'une matière cotonneuse blanche qui cache complètement le tégument. Ce revêtement se prolonge sur le pourtour du corps par une trentaine de faisceaux cireux assez bien distincts les uns des autres qui atteignent plusieurs millimètres de long. Débarrassée de la substance cotonneuse, la couleur vraie de la cochenille est rouge laque, légèrement bruni. Les antennes et les pattes sont noires.

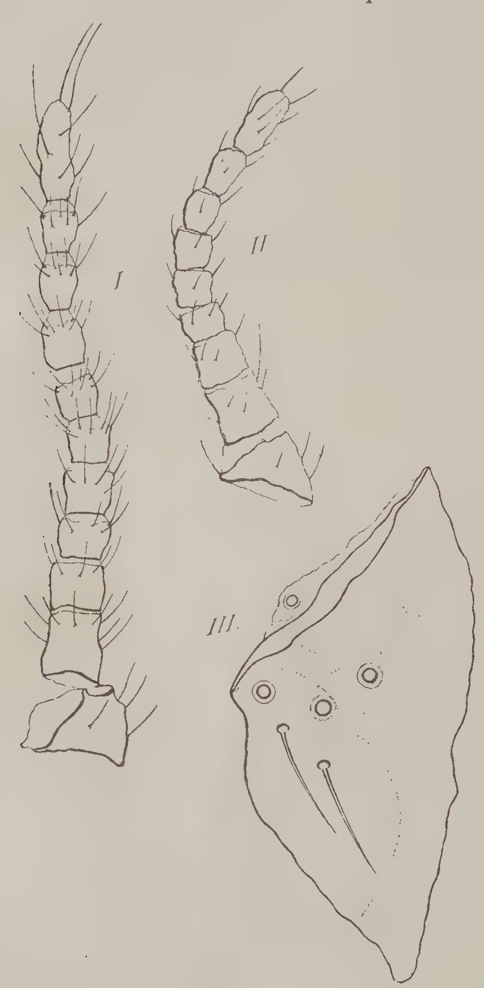


Fig. 5. — *Guerinia serratulæ :* I, antenne de la femelle adulte (Gr = 100) ; II, antenne du 3e stade larvaire (G = 100) ; III, trochanter du 3e stade larvaire (G = 360).

La segmentation du corps est bien visible, surtout à un faible grossissement. Sur la face dorsale, on voit tout d'abord un profond sillon marginal qui fait à peu près le tour complet du corps en divisant ainsi ce dernier en deux parties, la masse principale centrale et une sorte de bourrelet extérieur. A la partie antérieure, le sillon s'interrompt sur une courte longueur. Un deuxième sillon, parallèle sur les côtés au précédent, est intérieur à ce dernier et n'entoure que les segments abdominaux ; il est limité en avant par le sillon transversal séparant le métathorax du premier segment abdominal. C'est en son milieu, à la partie postérieure du corps que s'ouvre l'orifice anal, d'où s'élève un petit tube cireux ou une gouttelette semi-transparente. Des sillons transversaux limitent la région céphalique

et les trois segments thoraciques ; l'ensemble de ces quatre parties-ci du corps a une longueur sensiblement égale à la moitié de la longueur totale du corps.

Les soies de couleur noire, qui garnissent le tégument, surtout sur le pourtour, sont très apparentes.

Sur la face ventrale, les sillons intersegmentaires sont bien nets dans la région abdominale où l'on voit se détacher sur le 8e segment comme chez la plupart des *Monophlebinæ* trois protubérances, sorte de petites verrues noires, dont la fonction n'a jamais été précisée. Peut-être jouent-elles simplement un rôle d'organes d'adhérence sur les hôtes de l'insecte. Les antennes et les pattes se rencontrent de chaque côté de la région céphalo-thoracique, l'appareil buccal est situé entre les quatre premières pattes, mais plus près de la première paire. Enfin, les yeux, à l'extérieur des antennes, sont relativement gros, proéminents, globuleux, le centre rouge et lisse, la région basilaire noire et légèrement morulée.

L'antenne est de onze articles. Le premier article est plus large que long. Les suivants sont plus ou moins cylindriques, de dimensions variables jusqu'au onzième qui est légèrement effilé et arrondi à son extrémité apicale. Ce dernier est constamment plus long que le 2e article chez tous les individus étudiés. TARGIONI donne au contraire ces deux articles comme égaux, ce que je n'ai jamais constaté et del GUERCIO même considère le 2e comme plus long que le 11e (fig. 5, I).

Voici d'ailleurs les longueurs en μ de chacun d'eux chez une demi-douzaine d'échantillons : les chiffres les plus faibles correspondent à des insectes qui viennent d'opérer leur dernière mue.

	I	I	III	IV	V	VI
1	110	110	110	100	100	100
2	110	100	150	100	100	80
3	75	100	110	70	70	75
4	55	80	80	50	60	50
5	60	80	70	50	60	50
6	60	75	100	60	60	50
7	75	75	100	75	75	70
8	85	90	100	75	75	125
9	75	90	100	60	60	75
10	75	90	90	75	75	80
11	140	160	175	125	140	135

Chaque article de l'antenne est ornementé à sa partie apicale, en général dans la région où il a le plus grand diamètre, d'un verticille de soies et est garni de quelques autres soies sur le reste de sa surface.

Le mentum est nettement dimère ; l'article apical se présente de profil avec une forme caractéristique en sabot (fig. 7, I). Son extrémité est garnie sur son pourtour de petits poils, vraisemblablement sensoriels ; ce sont des « poils en spatule, identiques à ceux dont j'ai signalé l'existence chez les espèces du genre *Icerya* et des genres voisins ; je n'avais pas encore eu l'occa-

sion de constater leur présence constante dans les divers stades de *Guerinia serratulæ*. Ce caractère s'ajoute à bien d'autres pour rapprocher *Guerinia* du groupe *Icerya* et pour l'éloigner du groupe *Monophlebus*.

Les organes de la locomotion sont bien développés chez *G. serratulæ*. A la

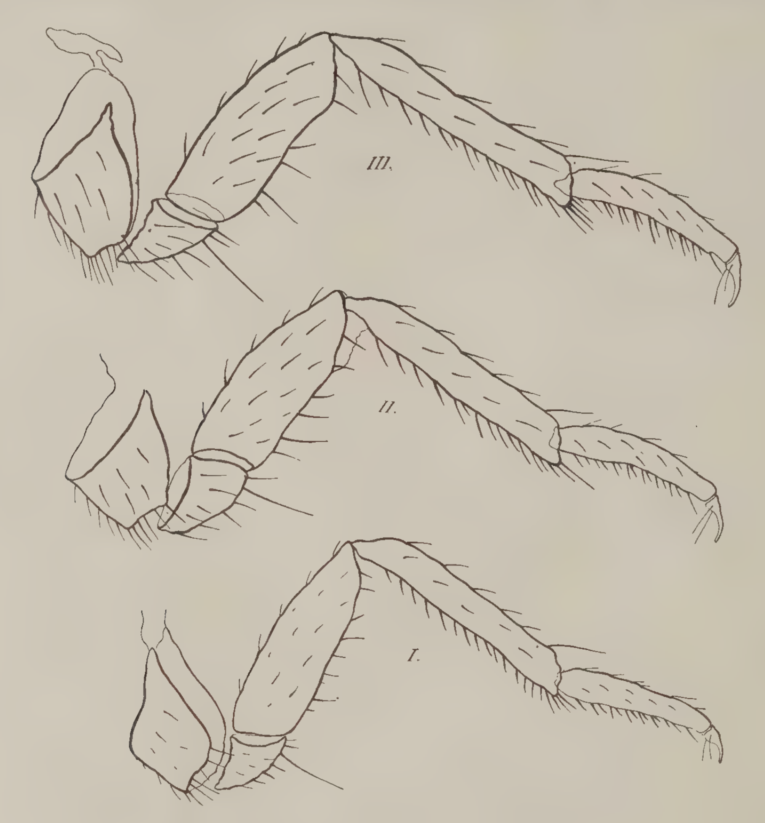


Fig. 6. — *Guerinia serratulæ*. Femelle adulte : une patte de chacune des trois paires ; I, patte antérieure II, moyenne et III, postérieure. (Gr = 75.)

suite de Targioni, les auteurs ont signalé que les pattes augmentent de longueur de la 1re à la 3e paire. J'ai pu également le constater et effectuer quelques mensurations pour fixer les idées sur l'importance de l'inégalité des longueurs (fig. 6). Voici les chiffres trouvés sur trois exemplaires (en μ) :

Pattes	*Hanche*	*Trochanter*	*Fémur*	*Tibia*	*Tarse*	*Crochet*	*Total*
	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III	I II III
1e p.	150, 175, 175	175, 200, 175	450, 435, 465	500, 500, 475	325, 265, 325	90, 55, 50	1.690, 1.630, 1.665
2e p,	200, 225, 200	200, 200, 200	450, 450, 500	550, 500, 550	350, 300, 325	85, 75, 70	1.835, 1.750, 1.845
3e p.	200, 250, 200	225, 200, 225	450, 475, 500	600, 575, 575	350, 300, 350	100, 75, 75	1.925, 1.875, 1.920

Tous les articles des pattes sont garnis de soies relativement longues ; une mention spéciale doit être faite pour le trochanter qui en possède une vingtaine ;

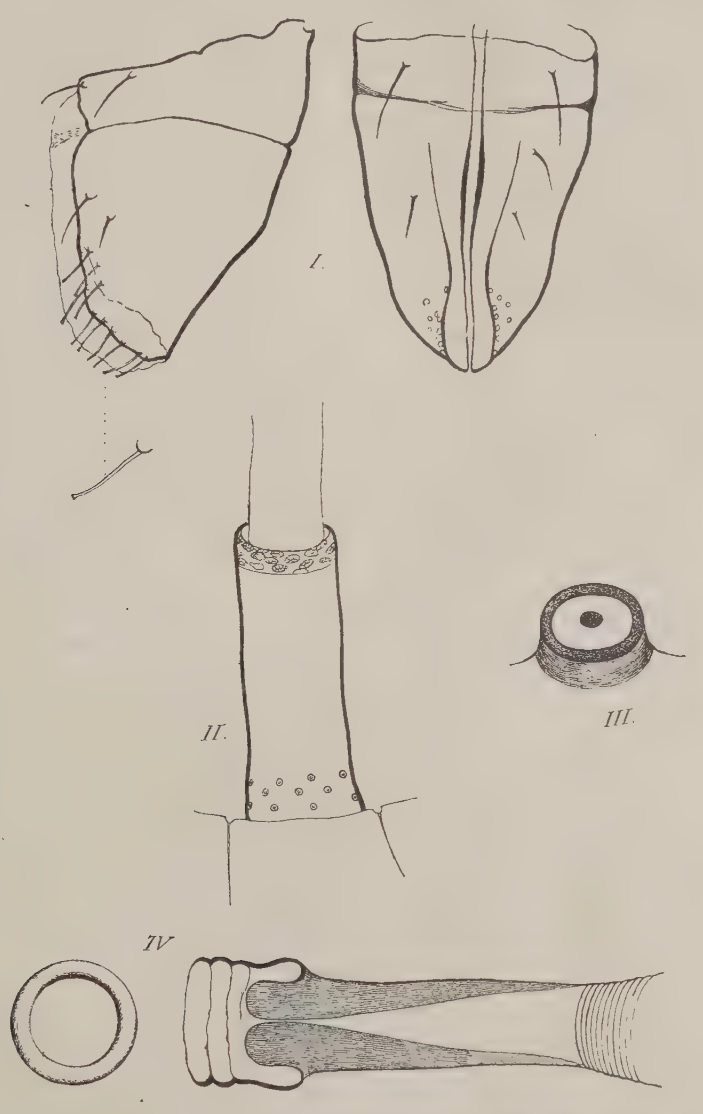


Fig. 7. — *Guerinia serratulæ.* Femelle adulte : I, mentum de face et de profil (Gr = 210), un poil en spatule (Gr = 400) ; II, tube anal (Gr = 210) ; III, une des « cicatrices » ventrales (Gr = 750) ; IV, un stigmate abdominal, en plan et de profil (Gr = 750).

nombre considérable pour une Monophlébine. Un autre caractère très saillant des organes de la locomotion de *G. serratulæ* est la courbure très prononcée du tarse chez la femelle adulte, courbure surtout accentuée aux pattes des deux

dernières paires. Le crochet est bien développé et muni à sa base d'une paire de soies simples (digitules).

Les quatre orifices des stigmates thoraciques sur la face ventrale, entre les points d'attache des pattes sont sensiblement égaux entre eux et à égale distance de chaque paire de pattes, deux par deux. Ils se trouvent dans les sillons intersegmentaires du thorax.

Les stigmates abdominaux, au nombre de quatre paires, sont particulièrement bien visibles sur la face dorsale et leur orifice se rencontre respectivement sur la membrane intersegmentaire des 4e-5e, 5e-6e, 6e-7e, 7e-8e anneaux de l'abdomen (fig. 7, IV). Du côté ventral sur le 8e segment de cette partie du corps, se détachent, d'une façon parfaite, les trois grands cercles chitinisés (de 75 à 100 μ), qui correspondent aux trois protubérances noires, déjà signalées (fig. 7, III). Légèrement plus en avant de ces cercles, entre les 6e et 7e segments et beaucoup plus sur le côté, on voit deux autres petits cercles dont la présence, comme celle des précédents, est constante chez tous les individus. La fente génitale se localise sur le même espace intersegmentaire (6e-7e segment), entre les deux petits anneaux chitineux.

En passant en revue les caractères généraux des *Monophlebinæ*, j'ai eu l'occasion de signaler la présence du tube anal chez un certain nombre de genres. Cet organe est particulièrement bien développé chez *Guerinia* (fig. 7, II). Comme je l'ai dit précédemment, je pense qu'on est en présence d'une invagination du tégument, de telle sorte que l'anus réel est devenu interne ; il reste limité par un anneau cellulaire très fortement chitinisé, parfaitement visible sur les préparations. Dans certains cas, le rectum s'avance quelque peu dans cet orifice en effectuant un repli. La paroi du tube anal est plus chitinisée que celle du rectum dont on le différencie nettement, mais il est très difficile, dans la plupart des espèces possédant cet organe, de déterminer le point où il débouche à l'extérieur. La présence sur le tégument dorsal de soies plus nombreuses est l'indice de cet orifice sur le 8e segment.

Un des caractères les plus typiques de ce tube est l'existence à son intérieur sur son pourtour de glandes multiloculaires. Chez *G. serratulæ*, ces glandes apparaissent disposées sur deux rangées ; elles sont de même diamètre que celles qui garnissent le tégument de l'insecte tout en se colorant beaucoup moins au rouge de Magenta.

On retrouve, chez *Guerinia*, les organes sensoriels que j'ai eu l'occasion de signaler sur les appendices des Monophlébines : un sur la membrane articulaire entre les 2e et 3e articles de l'antenne, un à l'extrémité distale du tarse et enfin quatre sur chacune des deux faces du trochanter (fig. 2).

Le revêtement cuticulaire est essentiellement constitué par des soies de deux types différents et des glandes d'un seul type, à orifice central, entouré d'un cercle de loculis, épars sur le tégument qui en est très richement garni. La soie la plus répandue (P, R) est petite, spinuleuse, tandis que l'autre (M),

trois ou quatre fois plus longue, est surtout présente sur le pourtour du corps et est ornée à sa base d'une collerette, courte mais très nette. Les soies sont plus nombreuses tout autour de l'orifice externe du tube anal ; elles ont une collerette (Q) et sont plus courtes que les soies latérales (fig. 8).

Les orifices glandulaires épars sur le tégument sont de deux diamètres extérieurs. L'orifice central est oval (A, C, D) ou triangulaire (B) ; son pourtour est fortement chitinisé. A la partie externe, on trouve un anneau de loculis, qui sont désignés communément par l'expression « chapelet de perles » et qui sont au nombre de six à dix. L'aspect de ces glandes change

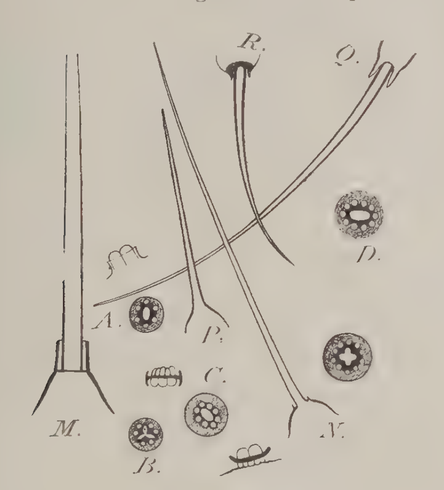


Fig. 8. — *Guerinia serratulæ*. Femelle adulte : ornements du derme ; A, B, C, D, divers aspects des orifices glandulaires en plan et de profil ; M, Q, soies à collerette ; N, P, R, soies simples. (Gr = 666.)



Fig. 9. — *Guerinia serratulæ*. Coupe dans le derme pour montrer une des glandes sécrétrices, très grossi. (D'après Berlese.)

passablement en faisant varier la mise au point du microscope, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de l'expliquer, les cloisons entre les perles pouvant plus ou moins disparaître. Dans certains cas, l'orifice central paraît lui-même former de plusieurs logettes (E).

Œufs. — Les œufs ont une forme ovale régulière ; ils mesurent 1 millimètre de long sur $0^{mm},5$ de plus grand diamètre ; leur couleur est d'un rouge vermillon uniforme. Ils sont réunis dans la matière cotonneuse secrétée par la femelle.

Larves. — Premier stade. — Peu après l'éclosion, l'insecte a les dimensions suivantes : longueur : $0^{mm},8$ à 1 millimètre ; largeur : $0^{mm},5$. Sa couleur est sensiblement la même que celle de l'adulte, soit le rouge laque. La larve a une forme ovale, plus arrondie à l'extrémité antérieure qu'à la partie postérieure. Deux soies, égales en longueur à la moitié du corps, se détachent de chaque côté de l'extrémité abdominale. Entre elles, sont deux paires de petites soies d'une longueur atteignant à peine le tiers de celle des longues soies. Enfin, à l'extérieur de chacune de celle-ci, une soie d'une longueur égale au deux tiers de la leur. Tout le pourtour du corps est orné de soies de même longueur que les petites. Dans la région antérieure, les antennes et les yeux sont visibles, se détachant en noir, ainsi que les pattes, sur le fond rouge. Le

nombre d'articles aux antennes est de six, auxquels correspond la formule en μ :

6 (105), 2 (50), 1 (45), 3 (35), 4 (25), 5 (25).

Ainsi le troisième est plus court que les deux précédents mais reste nettement plus long que les suivants, auxquels DEL GUERCIO l'égalise (1902). Tous les articles sont garnis de soies et sur le sixième, plusieurs d'entre elles, sont aussi longues que le segment qui les porte.

L'appareil buccal est bien développé. Son squelette chitinisé s'étend de la ligne qui réunit les yeux à celle qui réunit les points d'attache des pattes de la

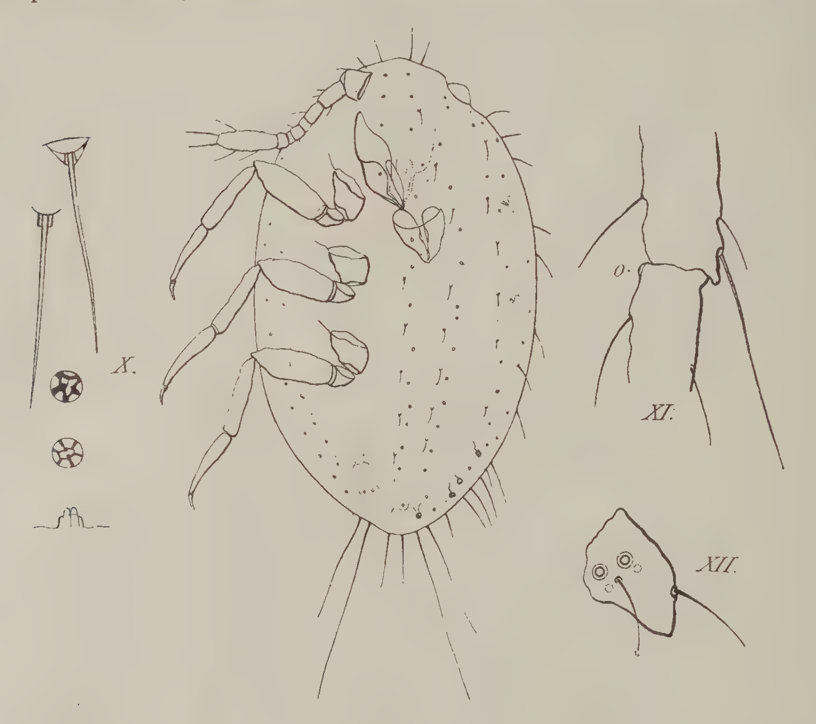


Fig. 10. — *Guerinia serratulæ*. 1er stade larvaire : ensemble (Gr = 50) ; X, glandes et soies (Gr = 666) ; XI, articulation du tibia et du tarse, avec l'organe sensoriel en O (Gr = 360) ; XII, trochanter avec ses organes sensoriels (V = 360.)

2e paire. Le mentum est ici d'une seule pièce, à la différence de ce que nous avons trouvé chez l'adulte.

Les trois paires de pattes sont bien développées et sont d'égale longueur, contrairement à ce qui a été noté chez l'adulte. Elles mesurent environ 470 μ. Tous les articles sont ornés de poils dont un très long, égal à deux tiers de la longueur du tarse, à l'extrémité apicale interne de la jambe. Une paire de digitules simples au crochet qui est long et pointu.

Les orifices stigmatiques, thoraciques sur la face ventrale, abdominaux sur la face dorsale, sont présents aux mêmes points et en même nombre que

chez l'adulte. Le tube anal est particulièrement bien visible et ne présente à son intérieur qu'une seule rangée de glandes circulaires au nombre de cinq. Ces glandes ont un orifice central et circulaire et sept à huit logettes sur le pourtour.

Le dos de la larve au premier stade est garni de soies et de glandes régulièrement disposées en rangées longitudinales : deux rangées assez bien distinctes de chaque côté de la ligne médiane du corps et trois rangées dans la région marginale. Les orifices des glandes et les soies alternent sur une même rangée Les glandes sont d'un seul type (diamètre = 10 μ environ) à orifice central, ovalaire ou trilobé, limité par un contour très chitinisé, à l'extérieur duquel se trouve une couronne d'une douzaine de perles (loculis) dont le contour n'est pas toujours très net.

Les soies sont simples, sans collerettes sur toute la surface du tégument,



Fig. 11. — *Guerinia serratulæ*. 2e stade larvaire : ensemble (Gr = 45) ; antenne et patte (Gr = 220).

sauf toutefois les soies postabdominales et celles du pourtour du corps qui possèdent une petite collerette. Une douzaine de soies, également à collerette, sont groupées autour de l'orifice anal.

La caractéristique du tégument ventral est l'absence de glandes sur sa surface. On ne rencontre que quelques soies, qui, sur les segments abdominaux, paraissent disposées en deux rangées longitudinales de chaque côté de la ligne médiane du corps.

Au niveau du 8e segment, on voit sur cette ligne médiane un petit cercle chitinisé, qui correspond chez l'insecte à une petite protubérance plus ou moins foncée, très apparente. C'est à sa place que nous trouvons chez l'adulte le grand cercle chitinisé médian, postérieur à la fente génitale.

J'ai pu vérifier la présence des organes sensoriels à l'extrémité apicale du

2e article antennaire, à l'extrémité distale du tarse et enfin sur le trochanter où j'en ai compté un sur une face et deux du côté opposé. Ce nombre de trois sur le trochanter m'a paru constant chez tous les premiers stades larvaires étudiés des *Monophlebinæ*.

Deuxième stade. — Après la première mue, les dimensions de l'insecte sont de 1mm,5 pour la longueur et de 1 millimètre pour la grande largeur. Le corps a un contour plus arrondi que dans le premier stade.

L'antenne est toujours de six articles mais les dimensions (en μ) de ceux-ci ne sont plus les mêmes :

6 (140), 1 (85), 2 (70), 3 (70), 4 (35), 5 (35).

Le mentum est encore monomère. Le tégument dorsal est beaucoup plus riche en glandes et poils que celui du premier stade larvaire, et ces éléments sont épars irrégulièrement sur toute la surface. Sur le côté ventral, quelques glandes se rencontrent au milieu des soies dont le nombre reste toujours inférieur à celui de la face opposée. Trois cercles chitineux, dont un médian plus grand et deux latéraux subégaux sont visibles sur le 8e segment abdominal.

Aucun autre caractère ne paraît différencier ce stade du précédent, en particulier le tube anal possède le même nombre de glandes.

Troisième stade.— Longueur : 2mm,5, largeur : 1mm,5. — A part la différence de taille avec les stades précédents, le caractère saillant est l'apparition aux antennes de neuf articles par suite de la division simultanée en deux parties des articles 2,3 et 6. Formule (en μ) :

9 (135), 1 (100), 2 (100), 3 (80), 7 (60), 8 (60), 4 (55), 5 (55), 6 (55).

Le mentum est dimère et a la forme que l'on retrouve chez l'adulte. Le tégument s'enrichit de glandes et de soies, tant sur la face ventrale que sur la face dorsale. Tandis que sur celle-ci, ces ornements sont épars et les glandes plus nombreuses que les soies (3 pour 1), sur la face ventrale, glandes et soies sont plutôt groupées sur une étroite bande transversale au milieu de chaque segment abdominal. Sur tout le pourtour, le corps est garni de soies plus longues, à collerette peu développée, surtout à la partie postérieure du corps.

Les cinq cercles chitineux de la femelle adulte sont présents dans ce stade, ainsi que les organes sensoriels, sauf que, sur les trochanters, trois seulement de chaque côté ont pu être vus au lieu de quatre.

Enfin le tube anal a perdu les caractères des stades précédents et possède à son intérieur, très près de l'orifice externe, les deux rangées de glandes circulaires rencontrées chez la femelle adulte.

B. — **Observations sur la biologie de** *Guerinia serratulæ*

ÉVOLUTION. — MUES. — Vers la fin de l'hiver, à une date extrêmement variable, sans aucun doute en relation avec la moyenne de température extérieure, les jeunes larves de *Guerinia* qui, depuis leur éclosion, ne se sont pas

encore alimentées, commencent à circuler et à se nourrir. En 1918, ayant récolté dans les Bouches-du-Rhône, le 31 mars, des amas cotonneux de *Guerinia*, à l'intérieur des anfractuosités des écorces d'Amandier, j'ai pu constater que les larves étaient encore immobiles et je n'ai obtenu leur fixation sur diverses plantes que le 10 avril suivant. Au contraire, en 1922, dans la région de Nice, à Vence, où la moyenne de température est nettement supérieure à celle de Carry-le-Rouet, les larves commencèrent à se fixer le 18 janvier.

Parmi les plantes cultivées, la Fève des Marais (*Vicia faba*) est certainement l'hôte de prédilection de notre Monophlébine indigène. Sur cette Légumineuse, les larves se fixent de préférence aux points d'insertion des feuilles sur la tige principale ; elles se groupent dans l'angle formé par ces deux organes, où souvent on peut dénombrer plus d'une dizaine d'individus, certaines colonies étant de cinquante. Mais on en rencontre également soit le long de la tige, soit le long des nervures à la face inférieure des feuilles. S'il n'y en a pas sur la face supérieure du limbe, particulièrement lisse, on en voit se développer sur le pétiole des feuilles. D'une façon générale, il ne semble pas que la position des larves soit en relation avec celle des organes de la plante par rapport au soleil ou à la lumière.

Dès que l'insecte s'alimente aux dépens de la sève de son hôte, on voit apparaître à son orifice anal, une gouttelette incolore qui, à l'air, se solidifie et est l'origine du filament blanc, donné par de nombreux auteurs comme caractéristique de cette espèce. Bien que n'ayant pu l'établir d'une façon absolue, j'ai tout lieu de penser que ce filament cireux existe normalement chez les espèces de Monophlébines qui possèdent un collier de glandes multiloculaires dans un tube anal chitinisé (*Icerya*, *Steatococcus*, etc.). Ce filament doit être constitué par des produits d'excrétion agglomérés avec la cire sécrétée par les glandes internes. Souvent une goutte translucide perle à l'extrémité du filament et on est en droit de supposer que ce dernier est creux et que le liquide excrété le traverse. Par une étude attentive, j'ai pu constater que le filament est plein et qu'il croît par sa base. Il est translucide à sa sortie de l'insecte et prend son aspect définitif peu de temps après au contact de l'atmosphère. Quant à la gouttelette incolore de l'extrémité apicale, il est vraisemblable qu'elle est produite à la suite d'une montée par capillarité d'un excès du liquide sécrété. La longueur du filament excrété au cours de l'évolution de l'insecte est d'autant plus grande que ce dernier s'alimente plus et cette dimension peut, en quelque sortee, permettre d'évaluer l'activité relative de la cochenille sur les divers hôtes aux dépens desquels elle vit.

Pour *G. serratulæ*, sur Fève, j'ai constaté que vingt-quatre heures après la fixation d'une jeune larve, le filament était quatre fois et demie plus long que le corps de l'insecte. Six jours après la fixation, la larve mesure $0^{mm},9$ et le filament $6^{mm},5$. Quatorze jours après, larve 1 millimètre, filament 17 millimètres; quinze jours après, larve 1 millimètre, filament 18 millimètres ; vingt-

trois jours après, la taille de la larve n'a pas sensiblement augmenté, tandis que le filament atteint 35 millimètres.

L'observation n'a pu être continuée, le filament s'étant brisé. Cet accident est d'ailleurs constant et explique pourquoi, pour des espèces plus actives que *Guerinia*, l'appendice cireux n'a jamais été remarqué. De loin, quand on observe une plante de Fève parasitée par cette cochenille, les groupes des filaments caudaux avec la gouttelette transparente qui est à leur extrémité présentent tout à fait l'aspect des pontes d'Hémérobes.

En même temps que se développe le filament cireux postérieur, dès que l'insecte commence à s'alimenter, on voit le corps se recouvrir d'une matière floconneuse blanche, sécrétée par les glandes multiloculaires, distribuées sur le tégument. Cette substance cireuse masquera au cours de l'évolution la couleur réelle de la *Guerinia* qui est le rouge laque un peu bruni. La relation, déjà observée entre la longueur du filament postérieur et l'activité de l'alimentation, existe également entre la production cireuse du tégument et cette même activité. Sur la Fève, le revêtement blanc de la larve est beaucoup plus épais que sur les autres plantes susceptibles d'héberger la cochenille.

Pour les *Guerinia* qui se sont fixés le 10 avril sur Fève, la première mue a été observée du 18 au 20 mai. L'insecte sort de l'exsuvie larvaire par la partie antérieure ; n'ayant encore aucune sécrétion cotonneuse, il apparaît avec sa véritable couleur rouge laque. Après avoir un peu circulé sur son hôte, il se fixe le filament caudal et le revêtement cireux apparaissent. Huit jours après, la larve a environ 3 millimètres de long, tandis que son filament atteint facilement 14 millimètres. Le revêtement cotonneux est plus épais sur la ligne médiane longitudinale du corps et sur le pourtour. Ce deuxième stade larvaire est relativement très court, puisque le 29 mai s'opère la deuxième mue après laquelle apparaît la larve qui possède neuf articles à ses antennes. Dès que celle-ci s'alimente, on voit encore réapparaître, mais en plus grande quantité, la substance cotonneuse qui recouvre le tégument. On distingue nettement une crête médiane, plus ou moins ondulée et des prolongements latéraux qui s'accentueront chez l'adulte. Enfin, le 11 juin, la troisième et dernière mue s'effectue. Si on observe une *Guerinia* un peu avant sa sortie complète de son exsuvie larvaire, on constate, toujours comme pour les stades précédents, qu'il n'y a aucune efflorescence blanche sur le corps qui est légèrement plié en arc de cercle avec la face ventrale à l'intérieur. Les antennes et les pattes sont nettement fauve clair au lieu de noir comme chez l'insecte complètement libéré. Les antennes sont couchées d'avant en arrière le long du corps, appliquées contre la face ventrale par les pattes de la première paire qui sont repliées d'arrière en avant, les tarses se croisant l'un sur l'autre sensiblement entre les points d'attache des deux antennes. Les deux paires de pattes postérieures sont au contraire toutes deux, à demi-allongées, et couchées vers la partie postérieure du corps. L'insecte reste absolument immobile pendant plus de dix minutes,

puis il étend ses pattes postérieures, puis les pattes moyennes, enfin la paire antérieure qui libère ainsi les antennes. On distingue très nettement les yeux noirs en avant et, à la partie postérieure ventrale de l'abdomen, trois petites protubérances noires, déjà bien visibles dans le stade précédent. Elles sont logées dans une sorte de petite fossette du tégument. On ne connaît toujours pas le rôle de ces ornements (organes ?) qui se détachent dans les préparations microscopiques sous la forme de cercles chitineux.

Parmi les sorties observées de femelles adultes, j'ai constaté que de nombreux individus lorsqu'ils se débarrassent de l'exsuvie larvaire, présentent déjà des ornementations cireuses. Cela tient évidemment à ce qu'ils ont continué à s'alimenter au cours de la mue. C'est alors que peut se voir très nettement le début de la formation du revêtement. De minuscules flocons de matière pulvérulente cotonneuse sont uniformément distribués sur le corps. Sur la ligne médiane longitudinale dorsale, se détache un petit paquet cotonneux par anneau. Ces divers amas se réuniront ultérieurement pour constituer les lamelles cireuses bien visibles chez la femelle adulte. Sur les bords de chaque segment, un petit amas cotonneux qui sera le point de départ de la lamelle plate future. On en compte quinze de chaque côté. Les appendices, bien que présentant la même disposition, couchés contre le corps comme dans les spécimens normaux, n'ont plus la couleur claire et apparaissent noir très foncé. Le filament anal est visible ($0^{mm},5$) et enfin la longueur totale de l'individu est près du double des autres.

Arrivée au stade adulte, la femelle se fixe de nouveau sur son hôte et reste plus ou moins immobile pendant une vingtaine de jours. Après ce délai, elle quitte son point de fixation, descend sur le sol et commence à circuler sur les objets environnants.

Cette période d'activité dure dix à quinze jours et paraît avoir une grande importance pour la formation et la maturation des œufs. Ceux-ci sont déposés au milieu d'un amas contonneux de consistance beaucoup plus lâche que celle de la matière qui ornait dorsalement et latéralement le corps de la mère.

Il est d'ailleurs à noter que cette dernière paraît ne plus sécréter de cire dès qu'elle abandonne son hôte, et la substance floconneuse ventrale n'est produite qu'au moment où les œufs sont déposés.

La première ponte a été observée, en 1918, le 20 juillet, soit une douzaine de jours après que la femelle a cessé de s'alimenter. Le nombre d'œufs que j'ai pu rencontrer sous un seul individu est relativement peu élevé et a varié de vingt à trente-cinq. Il ne m'a pas été possible de déterminer la durée exacte de l'incubation des œufs de *Guerinia*. Quoi qu'il en soit, la presque totalité des œufs est éclose le 15 août et l'on voit, à l'intérieur des amas cotonneux à côté du corps desséché et recroquevillé de la mère, toutes les jeunes larves groupées les unes contre les autres, complètement immobiles. Si on en extrait quelques-unes, leur vitalité se traduit uniquement par de très légers mouvements

des membres, à peine perceptibles et tout essai artificiel d'alimentation avant la fin de l'hiver se termine par la mort de l'insecte sur l'hôte, sans manifestation d'une réaction quelconque en vue de se nourrir.

Ainsi donc, les divers stades d'évolution d'un individu de *G. serratulæ* ont approximativement les durées suivantes :

Première larve hivernante	6 à 9 mois.
Deuxième —	12 jours.
Troisième —	14 —
Adulte	2 mois environ.
Œuf	1 mois au maximum.

PLANTES HOTES. — Il semble bien que *Guerinia serratulæ* a une prédilection très marquée pour la Fève des Marais : *Vicia faba*. Mises en présence de plusieurs plantes susceptibles de les héberger, les jeunes larves choisissent presque toutes les plantes de Fève. BOYER DE FONSCOLOMBE signale son *Coccus picridis* sur *Picris hieracioides* et *Serratula arvensis*. GUÉRIN MÉNEVILLE qui avait déjà constaté cette préférence, note qu'il a rencontré en outre cette cochenille « sur divers chardons et quelques autres plantes sauvages et cultivées à Sainte-Tulle ». Il la signale « dans les Sainfoins semés dans les champs où le Blé était coupé ».

SIGNORET ne cite aucun hôte réel de *Guerinia* ; il ne donne qu'une énumération d'arbres dont les anfractuosités de l'écorce abritaient des « débris » de l'insecte. Nous verrons, dans les pages suivantes, que ce dernier ne vient en ces points que pour s'abriter.

TARGIONI-TOZZETTI n'a constaté le développement de *Guerinia* que sur un hôte, *Vicia faba*, mais il cite BOYER-FONSCOLOMBE ; DEL GUERCIO en 1911, énumère comme plantes spontanées : *Serratula*, *Cnicum*, *Centaurea*, *Carduus*, *Lapsana*, etc., plantes cultivées : *Vicia* (*V. faba*), *Medicago* (*M. sativa*), *Trifolium* (*T. incarnatum* et *pratense*).

Enfin, la Station entomologique de Paris possède des échantillons adressés sur une composée indéterminée d'Algérie en 1912 par L. TRABUT, sur *Artemisia campestris* de la même région à la même époque par L. SEURAT et enfin P. MARCHAL a récolté *G. serratulæ* sur des plantes basses variées dans la région d'Antibes, telles que *Galactites* sp., *Lotus* sp., *Tetragonolobus* sp. et enfin une espèce de *Fumaria* dont les organes étaient couverts par l'insecte à divers stades.

En somme, en dehors des Fumeterres qui constituent une petite famille, les Fumariacées, ne sont susceptibles d'alimenter *Guerinia serratulae* que des Papilionacées : *Medicago*, *Trifolium*, *Vicia*, *Lotus*, *Tetragonolobus*, et des Composées : *Picris*, *Serratula*, *Centaurea*, *Carduus*, *Cnicum*, *Lapsana*, *Galactites*, *Artemisia*. Personnellement j'ai pu observer le développement de cette même cochenille sur certaines plantes précédentes (*Vicia faba*, *Trifolium*, *Medicago*) et en outre sur *Pisum sativum* (Papilionacées) et Anthemis cultivée (Compo-

sées). J'ai constaté d'une manière très nette que l'évolution de l'insecte est moins rapide sur toutes les plantes mises en observation autres que sur la Fève des Marais. Les mues successives s'opèrent avec un retard de deux à huit jours sur les dates constatées dans le développement sur *V. faba*. J'ai essayé sans succès d'obtenir la fixation des jeunes larves de *Guerinia* sur des plantes fort diverses et n'appartenant pas aux familles des Composées ou des Papilionacées. Mes tentatives infructueuses ont porté sur Blé, Avoine, Chou, Betterave, très jeunes Ormes et Orangers.

Importance économique de *Guerinia serratulæ*. — *G. serratulæ*, comme parasite de plantes cultivées, est susceptible dans certains cas de se montrer réellement nuisible et de nécessiter des mesures de protection. Je signale plus loin les observations de Delassus en Algérie et de Del Guercio en Italie. Ces auteurs et P. Marchal ont montré la nécessité de la destruction dans les abris des femelles et de leur progéniture. D'autre part, Del Guercio recommande de semer les Légumineuses d'une façon très précoce et d'activer leur développement par des engrais minéraux. A la fin mai, au début de juin, la fructification de ces plantes sera assez avancée pour que la récolte soit opérée avant le complet développement de l'insecte qui sera détruit en même temps que les organes végétatifs.

Il n'est pas inutile de noter enfin qu'on a pu attribuer à *G. serratulæ* une importance économique tout à fait différente. On a considéré cet insecte comme pouvant être cultivé en vue de la production d'une substance colorante comparable à celle obtenue avec le *Dactylopius coccus*. Guérin-Méneville fut, pendant quelques années, le défenseur de cette idée après avoir écrit : « cette nouvelle cochenille (*Coccus fabæ*), essayée grossièrement comme on essaye celle du commerce, c'est-à-dire écrasée sur du linge ou du papier, donne une couleur rouge assez intense pour faire espérer qu'elle contient peut-être autant de matière colorante que la cochenille exotique.

« Ce qui rend cette cochenille indigène très intéressante c'est qu'il serait possible de l'élever industriellement et d'en faire des récoltes réglées. En effet, elle vit sur la Fève des Marais où elle est si abondante que j'ai pu, en quelques heures, en brossant, au-dessus d'un drap, des plantes couvertes de ces cochenilles, récolter une assez grande quantité de ces insectes. Je les ai traités comme on traite la cochenille du cactus, en les faisant mourir dans l'eau bouillante et je les ai faits sécher ensuite au soleil. »

Un rapport important sur *G. serratulæ* fut même déposé par le même entomologiste sur le bureau de l'Académie des Sciences. Il ne fut pas publié, mais Chevreul fut chargé d'étudier la cochenille indigène au point de vue colorant. Les résultats des recherches chimiques laissèrent peu d'espoir pour une entreprise industrielle. Parmi les conclusions dues à Chevreul, on lit en particulier : « La cochenille exotique est beaucoup plus colorante que la cochenille indigène... Une égalité de ton pour des laines passées au mordant d'écarlate

a été obtenue par 200 parties de cochenille indigène contre 15 parties de cochenille exotique... »

Action de la lumière. — Les agents extérieurs, au cours de l'évolution de *Guerinia serratulæ*, ne paraissent pas avoir une action très importante sur l'insecte. Une exception doit être faite toutefois si nous ne considérons que les larves du premier stade non encore alimentées, avant ou après la diapause pseudo-hivernale. Nous venons de voir qu'après leur éclosion, ces insectes restent à l'intérieur de la masse cotonneuse sécrétée par la mère. Si, expérimentalement, les larves sont placées en pleine lumière, près d'une source lumi-

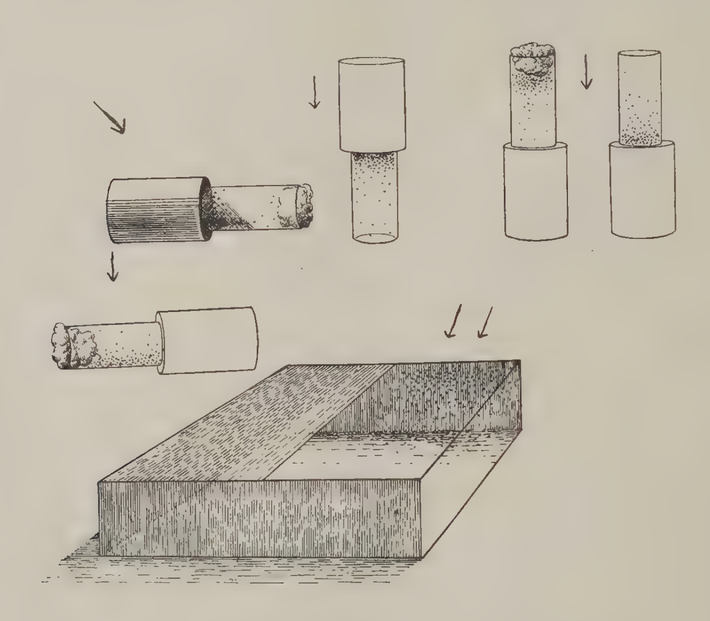


Fig. 12. — Action de la lumière sur *Guerinia serratulæ*, au premier stade larvaire non encore alimenté, mais après la diapause pseudo-hivernale. Dans les cinq schémas supérieurs, les insectes sont dans un tube en verre, dont la moitié est recouverte par un manchon noir et dont l'extrémité libre est tantôt ouverte (dans deux figures), tantôt bouchée par un tampon de ouate. Dans le bas, les insectes sont enfermés dans une boîte en carton dont seulement la moitié du couvercle est vitrée. La lumière arrive obliquement par le haut et les jeunes larves se massent sur la paroi verticale (peu éclairée) de la boîte et dans la partie du fond où se projette l'ombre de cette paroi.

neuse, une fenêtre par exemple, on les voit abandonner leur immobilité, fuir du côté opposé à l'arrivée du rayon lumineux ; si elles rencontrent un objet opaque, elles s'efforcent de se placer en dessous. Elles manifestent, en somme, un phototropisme négatif qu'elles conserveront jusqu'à la fin décembre, début janvier, époque qui correspond aux premières sorties pour se nourrir. On voit alors les *Guerinia*, non seulement attirées par la lumière, mais aussi se dirigeant vers celle-ci même si elles passent de la lumière dans l'ombre. Ce phénomène est général chez les animaux animés d'un phototropisme positif (Loeb). Il y a lieu d'ajouter que les cochenilles mises en observation prennent une position

indifférente par rapport à la source lumineuse. Elles ne paraissent pas s'orienter d'une façon particulière (Rabaud). Les observations précédentes ont été faites à diverses reprises et m'ont permis d'effectuer les schémas ci-joints qui les précisent (fig. 12).

Ce comportement de *Guerinia serratulæ* se présente plutôt comme une exception pour les Coccides que j'ai pu étudier. Les larves de l'*Icerya purchasi*, dès leur naissance, sont phototropiques positivement et le restent au cours de leur évolution. Elles m'ont servi à établir les distances qu'elles sont susceptibles de couvrir, peu d'instants après leur éclosion. Les chiffres suivants sont pris parmi les extrêmes, les larves se déplaçant sur une feuille de papier glacé.

	Température ambiante.	*Durée de l'expérience.*	*Distance parcourue.*	*Moyenne à l'heure.*
1	25°C { soleil 15 heures.	5 minutes.	0m,403	4m,834
2	25°C idem.	2 min. 1/2	0m,223	6m,672
3	25°C idem.	3 —	0m,272	5m,636
4	15°C { crépuscule 18 heures.	4 —	0m,115	1m,700
5	15°C idem.	4 —	0m,109	1m,650

Les chiffres ainsi obtenus sont nettement supérieurs à ceux que divers expérimentateurs ont trouvés pour les déplacements des larves d'autres espèces de cochenilles, *Lecanium quercifex*, *Saissetia oleæ*, *Chrysomphalus aurantii* qui sont, il est vrai, plus petites (Gee, Quayle, Collinge, etc.).

Parallèlement aux recherches faites avec *Guerinia serratulæ* et *Icerya purchasi*, j'ai noté le comportement vis-à-vis de la lumière de deux espèces de *Phenacoccus*, toujours au premier stade larvaire. Les jeunes *P. peyerimhoffi* Vayss. qui vivent normalement au Maroc sur *Juniperus thurifera*, sont très attirés par la lumière, dès leur éclosion ; au contraire les larves de *P. piceæ* Lœw, sont négativement phototropiques et cette attitude est conservée par les divers stades femelles au cours de leur évolution. J'ai pu suivre le mouvement de larves (2e stade), placées sur une feuille de papier, posée sur une table devant une fenêtre : les insectes fuyaient du côté opposé à cette dernière et s'efforçaient de se cacher sous la feuille (fig. 13). Ayant tourné celle-ci de 180°, les larves se trouvèrent placées face à la lumière (le ciel était couvert) ; elles s'immobilisèrent quelques secondes au point où elles se trouvaient, puis reprirent leur marche vers le côté opposé à la fenêtre. Cette attitude du *P. piceæ* vis-à-vis de la lumière est conforme à la situation que recherche cet insecte sur ses hôtes. Les *Phenacoccus* femelle sur les Epicea en Savoie se rencontrent toujours à la face inférieure des feuilles ou dans les anfractuosités

des branches, à l'abri des rayons lumineux. Bien que je n'ai pu étudier la réaction des larves mâles à la lumière, je la suppose inverse de celle constatée chez l'autre sexe : en effet tous les cocons mâles, souvent très abondants en juin, se rencontrent aux extrémités des branches d'Epiceas, c'est-à-dire aux points de plus grand éclairement, en général dans les mailles externes du chevelu épais dû à *Usnea barbata*.

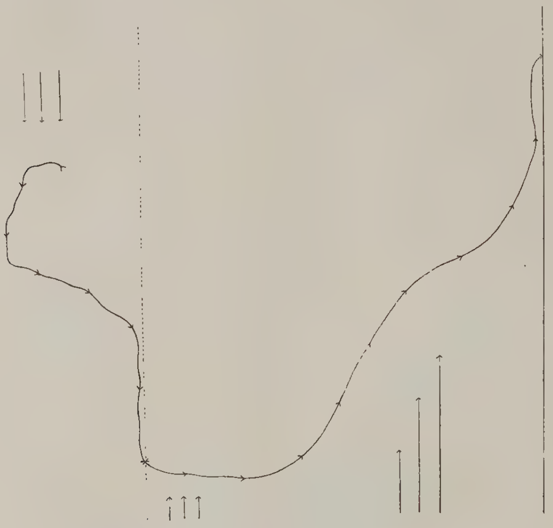


Fig. 13. — Chemin effectué par une larve de *Phenacoccus piceæ*, au deuxième stade, sous l'action de la lumière, successivement en deux directions opposées.

MIGRATIONS DE *Guerinia serratulæ*. — En 1834, BOYER DE FONSCOLOMBE donne les détails biologiques suivants sur son *Coccus picridis* (*Guerinia serratulæ*) : « Il s'éloigne des autres Kermès par la faculté qu'il conserve de marcher et de se mouvoir jusqu'au moment même de la ponte ; pour l'opérer, il quitte la plante dont il se nourrissait et va se fixer dans les fentes des écorces des arbres voisins, où on le trouve quelquefois en assez grand nombre et serrés les uns contre les autres. Le coton qui environne et dépasse alors leurs corps et qui est légèrement visqueux est rempli de petits d'un beau rouge, qui y passent l'hiver, enfoncés et engourdis pour ne se réveiller qu'au commencement du printemps où ils vont chercher les plantes qui leur servent de nourriture. Ce sont les *Picris hieracioides*, le *Serratula arvensis* et quelques autres syngénésiques voisines de ces genres. Ces plantes en sont quelquefois couvertes. Dès qu'ils commencent à s'y attacher, ils se couvrent d'un léger pollen grisâtre ; peu à peu et en grossissant ce pollen se change en coton qui couvre tout le corps de l'insecte et qui devient alors d'un blanc éclatant et fort épais ; il est disposé par flocons rapprochés, plus sensibles sur les côtés du corps et laissant distinguer les anneaux ; la peau sous le duvet est rouge ; l'anus est terminé par une soie blanche un peu tordue presque de la longueur du corps qui tient très

peu et tombe facilement... Le moment de la ponte est à la fin de l'été ».

Ainsi, d'après les lignes précédentes, il semble bien que Boyer de Fonscolombe a particulièrement bien observé le cycle de *Guerinia serratulæ* et qu'il a bien compris le caractère de l'abandon des plantes nourricières herbacées, non pour rechercher une alimentation différente mais simplement pour abriter sa progéniture. Plus tard, Guérin Méneville insiste encore nettement sur le but de ces déplacements, dans une note sans doute passée inaperçue. Fernald, dans son catalogue des Coccides du monde, ne la cite pas. Voici ce que l'entomologiste français écrit le 14 juillet 1856 :

« La veille de mon départ de Sainte-Tulle, il y a quatre jours, j'ai pu en ramasser une grande quantité dans des champs dont le blé venait d'être coupé, car, à cette époque, l'insecte ayant fini de se développer, cherche un abri pour passer l'hiver et pondre ; et j'en ai trouvé des accumulations immenses contre les troncs des arbres voisins des champs en question ».

Boisduval, dans son *Entomologie horticole*, en 1867, rappelle cette observation qui établit bien le but de la migration des femelles de cette Monophlebine. Guérin-Méneville avait d'ailleurs déjà noté, en 1852 que « les myriades d'œufs qu'elles (les *Guerinia*) ont pondu en automne, sont éclos cet hiver et que les petits qui en proviennent peuvent vivre sans prendre de nourriture pour attendre le moment de se porter sur les végétaux ».

Les savants italiens, Targioni-Tozzetti, Buffa, del Guercio, etc., qui ont repris l'étude de *G. serratulæ* ont bien observé l'abandon de la plante herbacée mais ne semblent pas en avoir compris nettement le but. Del Guercio (1911) parle d'une « vraie et réelle migration, de la plante herbacée à la plante ligneuse au milieu de la belle saison et de la plante ligneuse à la plante herbacée à la fin de l'automne ».

Avec de telles précisions, on comprend que les entomologistes agricoles ou les techniciens aient pu voir en *Guerinia* qui recouvre abondamment en certains points, à certaines époques, les arbres (Oliviers, Vigne, etc.), un véritable fléau de ces essences : il est tellement bien admis à l'heure actuelle qu'en Science, peut-être plus que partout ailleurs, la dernière opinion admise est la meilleure ! Aussi n'est-on jamais remonté à Guérin-Méneville et encore moins à Boyer de Fonscolombe pour contrôler les assertions récentes.

Personnellement, j'ai eu recours à l'expérimentation qui m'a permis de préciser les observations dans la nature de mes éminents devanciers en France. Les femelles de *G. serratulæ* quittent au début de l'été les plantes herbacées non pas pour opérer une migration, comme la plupart des Aphides à la recherche de leur hôte définitif, mais seulement pour trouver un refuge, un abri. Serait-ce contre les intempéries, le froid? C'est peu vraisemblable. L'époque à laquelle s'opère ce changement de support n'étant pas moins clémente que les jours qui l'ont précédée. Il est beaucoup plus probable que la femelle pondeuse, qui ne se nourrit plus, doit, pour déposer ses œufs, être à l'abri de la lumière, par

exemple dans les anfractuosités des écorces des essences ligneuses. Ceci explique pourquoi *G. serratulæ* qui, en somme, se nourrit sur un nombre très restreint de plantes herbacées a été rencontrée sur des essences arbustives variées, telles que *Cupressus*, *Eucalyptus*, *Ficus*, *Morus*, *Olea*, *Pinus*, *Robinia*, *Ulmus*, *Vitis*, etc. D'ailleurs, jamais aucun observateur n'a vu, à ma connaissance, de femelles fixées sur l'une quelconque de ces espèces végétales.

Au laboratoire où il ne m'a pas été permis de fournir à l'insecte un des arbres précédents pour déposer sa ponte, j'ai facilité celle-ci tout simplement, en disposant à proximité des élevages des lieux de refuge, que je pensais devoir convenir et dont l'acceptation par les femelles me permet de suppos›r le rôle d'une action répulsive de la lumière. J'ai trouvé ainsi des femelles qui avaient quitté les plantes hospitalières à une distance de 15 à 20 mètres. On les découvre alors dans toutes les anfractuosités possibles, cachées complètement au regard : j'ai pu en capturer en mettant à leur disposition des branches mortes avec des nœuds évidés, des écorces crevassées, des morceaux de liège, etc. Certaines ont été récoltées sous des mottes de terre ou dans les fentes des cages ou des cylindres métalliques utilisés pour l'élevage. C'est dans ces anfractuosités que la femelle sécrète une substance cotonneuse lâche au milieu de laquelle elle dépose ses œufs.

Dans la nature, le nombre d'insectes abrités dans les anfractuosités des écorces est parfois très abondant ; il fait alors l'objet des préoccupations des agriculteurs qui ne voient en lui qu'un ennemi des arbres qui l'hébergent à partir de la fin de l'été. C'est à la suite de telles observations que del Guercio publia deux notes assez complètes sur la *Cocciniglia farinosa delle Baccelline* 1902 et 1911). De même P. Marchal fut appelé à citer cette cochenille parmi les insectes nuisibles d'Algérie en 1896 et sa note fut ensuite reprise par de nombreux vulgarisateurs, par Valery Mayet en particulier, qui comprend *G. serratulæ* dans son ouvrage sur les insectes nuisibles à la Vigne. Voici d'ailleurs ce que P. Marchal écrivait :

« *Guerinia serratulæ.* — Cette cochenille est commune dans le Midi, sur l'écorce d'un grand nombre d'arbres, notamment sur les Caroubiers, les Figuiers les Pins, les Cyprès et les Acacias. Elle a pris, dans ces dernières années, un grand développement dans la vallée de la Seybouse (province de Constantine), notamment aux lieux dits Hammann-Meskoutine et Ben-Tabouch, et atteint principalement les Oliviers greffés de tout âge dont le tronc et les branches se trouvent blanchis par leur sécrétion cotonneuse ; sa multiplication a été assez grande, d'après M. Bauguil, professeur d'agriculture à Constantine, qui m'en a fait tenir des exemplaires pour provoquer une réelle émotion parmi les cultivateurs et cette attaque est d'autant plus remarquable qu'on n'avait pas encore signalé cette Cochenille parmi les insectes nuisibles à l'Olivier. Si l'extension de cet insecte continue, on devra employer contre lui les émulsions savonneuses au pétrole où les pulvérisations de solution alcoolique et savon-

neuses préconisées contre le puceron lanigère. Le brossage répété des branches avec une brosse imbibée d'alcool est également indiqué, dans la mesure où l'étendue de la culture le permet ».

Enfin DELASSUS, en 1923, donne *G. serratulæ* parmi les insectes de l'Olivier en Algérie. « Une dernière Cochenille est à signaler en Algérie : *Guerinia serratulæ* dont la présence a été constatée en 1921, entre Guelma et Medjez-Amar, sur les Oliviers de Ben Tabouch. Depuis, ce parasite a été retrouvé dans de nombreuses autres plantations. Il se tient dans les anfractuosités du tronc, de l'écorce, des grosses branches. Sa multiplication est prodigieuse et, des Oliviers, il gagne des cultures intercalaires, les Fèves surtout, qu'il peut complètement anéantir. Ses dégâts cependant sont toujours localisés et, d'autre part, ses ennemis, nombreux et actifs, arrivent certaines années, à la faire totalement disparaître. Il ne jouera jamais dans l'Afrique du Nord qu'un rôle secondaire comme insecte nuisible ».

Il était donc important, tant au point de vue pratique, qu'au point de vue biologique, de confirmer les observations de GUÉRIN MÉNEVILLE en établissant la complète innocuité des *Guerinia* pour les essences sur lesquelles on les rencontre de juillet à février. La présence de ces insectes sur les arbres, souvent très éloignés des véritables hôtes, peut s'expliquer par l'action de deux stimulus consécutifs.

Tout d'abord la femelle, arrivée à son dernier stade d'évolution, après s'être alimentée pendant quelques jours, quitte son hôte pour circuler activement. Ce phénomène avant la ponte me paraît constant pour l'espèce considérée. Bien que je n'ai pas eu l'occasion de le vérifier, il y a lieu de supposer que ce besoin de mouvement est nécessité pour le développement soit des organes génitaux, soit plus vraisemblablement, des œufs. Il s'agit en effet d'une espèce parthénogénétique et le déplacement obligatoire serait simplement un stimulus de l'activité des organes génitaux en l'absence de toute fécondation. Plusieurs autres insectes présentent cette même nécessité d'émigrer. L'exemple le plus connu est celui de certains Orthoptères, par exemple du Criquet pèlerin.

Le deuxième stimulus physiologique qui est peut-être une conséquence du premier, c'est-à-dire une conséquence de l'activité des organes génitaux, se manifeste extérieurement par la réaction négative de l'insecte à la lumière. La femelle qui va déposer ses œufs montre vis-à-vis de celle-ci, une répulsion très nette qui la fait se blottir dans une anfractuosité d'écorce, sous une motte de terre, etc., en somme dans un endroit quelconque, à l'abri de la lumière; elle y déposera ses œufs et elle y mourra sans aucune autre manifestation vitale, visible pour nous.

Le changement de comportement vis-à-vis de la lumière d'une femelle qui va déposer sa progéniture n'est pas un fait bien rare ni dans le monde des insectes, ni même dàns le monde animal tout entier. Je ne citerai ici que le cas

des nombreux Schizoneuriens qui vont se cacher sous les écorces au moment de la ponte.

La diapause chez *Guerinia*. — Quand on suit l'évolution de *G. serratulæ*, on constate dans le développement un arrêt complet dont l'existence est particulièrement suggestive au point de vue de la biologie générale.

Des œufs déposés par les femelles au début de l'été, les larves éclosent peu de temps après la ponte, en juillet ou en août, sans que les beaux jours ne paraissent avoir une action quelconque sur elles. Ces insectes restent groupés dans l'amas cotonneux sécrété par la mère qui est maintenant desséchée à côté d'eux et on ne les verra se déplacer et prendre la nourriture nécessaire à leur développement qu'à partir de la fin janvier, à une date très variable, suivant, semble-t-il, la moyenne thermique extérieure : plus celle-ci est élevée, plus tôt les larves sont actives et s'alimentent. Ainsi, les fortes chaleurs de l'été, lors de l'éclosion des *Guerinia*, n'ont pu avoir une influence suffisante pour entraîner la fixation de ces larves sur un hôte particulier, tandis qu'une moyenne thermique, certainement beaucoup moins élevée, a une action très nette sur ces mêmes insectes. Il n'y a aucun doute, qu'on est en présence d'un nouveau cas d'hétérodynamie, phénomène sur lequel E. Roubaud, F. Picard, etc., ont attiré l'attention ces dernières années. Ces deux biologistes ont successivement montré qu'on a le plus souvent confondu sous le nom d'hibernation, des faits de nature très différente et qui doivent être élucidés avec soin dans chaque cas. En ce qui concerne, les Muscides, Roubaud (1924) a pu distinguer, au point de vue de l'aptitude de résistance aux actions chimiques climatiques, plusieurs groupements biologiques principaux qui sont :

1° Des espèces *homodynames* rigoureusement astreintes à une température moyenne élevée et constante, n'hivernant ou n'estivant pas, cantonnées de ce fait dans des régions tropicales toujours humides (Glossines ou Tsétsés.)

2° Des espèces *homodynames* pouvant supporter indifféremment une température d'activité continue ou de basse température d'hivernation (Mouche domestique, Stomoxe).

3° Des espèces *hétérodynames* aptes à une réactivation par le froid (athermobiose) inapte à une réactivation effective par l'anhydrobiose (*Sarcophaga carnaria*, *Fannia canicularis*, etc.

4° Des espèces *hétérodynames* aptes à une réactivation par anhydrobiose exclusive, inaptes à la réactivation par athermobiose (*Pycnossoma*, *Lucilia*, etc.).

5° Des espèces *hétérodynames* aptes à la fois à la réactivation par anhydrobiose et par athermobiose (*Lucilia sericata*, *Sarcophaga hæmorrhoïdalis*, etc.).

A la suite de ses importantes recherches sur le sommeil d'hiver pré-imaginal de Muscides, Roubaud put donner l'explication d'un grand nombre de phénomènes de vie latente ou d'arrêt de développements spontanés, depuis longtemps observés chez les animaux, mais dont on n'avait pu encore préciser l'origine (*Leptinotarsa*. Vers à soie, divers Protozoaires parasites, etc.). Picard

compléta ces données : ainsi *Haltica ampelophaga* adultes dont l'hétérodynamie rappelle, avec certaines différences importantes, celle de *Mydæa platyptera.* Par contre, *Melittobia acasta* est nettement homodyname. De même, l'hibernation des chenilles de *Pieris brassicæ*, d'*Abraxas grossulariata* et d'*Aporia cratægi* a été l'objet pour ce biologiste de nombreuses observations sur l'influence plus ou moins nette de la température. Il est particulièrement intéressant de comparer la diapause constatée chez *G. serratulæ* avec celles qui ont été observées par les autres auteurs et de la situer dans l'ensemble déjà constitué. Il semble que l'hétérodynamie de ce Coccide rappelle celle de races univoltines des Vers à soie. On sait à ce sujet que la ponte chez le *Bombyx mori* s'opère en juillet et que le développement embryonnaire commence immédiatement après le dépôt de l'œuf. « Mais, après la formation des membranes embryonnaires et d'une bandelette germinatrice à 16 métamères, qui survient trois ou quatre jours après la ponte, le développement embryonnaire s'arrête complètement jusqu'au printemps suivant, où il se poursuit sans arrêt ainsi que toute la suite de l'évolution de l'insecte. De nombreux expérimentateurs ont montré qu'en soumettant ces œufs inhibés dans leur développement à l'action d'agents divers, mécaniques, physiques ou chimiques (brossage, malaxage, action des acides concentrés, etc.) on pouvait les voir reprendre leur évolution. Duclaux, en particulier, a établi que la chaleur continue de l'étuve est impuissante à réaliser l'éclosion, tandis qu'au contraire le froid de l'hiver est indispensable à la reprise du développement. Des œufs de Vers à soie maintenus, à partir de la ponte, à une température de 20° C. n'éclosent pas, tandis que des œufs fraîchement pondus, placés pendant quarante-cinq jours à la glacière, puis portés dans une chambre modérément chauffée, au lieu de demeurer en repos tout l'hiver éclosent rapidement. (Roubaud, p. 527, 1922). »

La différence essentielle entre les cas du Ver à soie et de *Guerinia* vient simplement du fait que, chez cette dernière, la diapause s'opère à un stade d'évolution plus avancé ; au lieu d'être embryonnaire, elle est postembryonnaire et il est fort vraisemblable que dans le cas présent, le phénomène étudié doit être rapporté, comme chez le Ver à soie et les Muscides, à un « processus d'asthénobiose lié à l'intoxication excrétrice, « la période d'athermobiose se manifestant comme une période d'épuration réactivante obligatoire, de cure d'élimination » (Roubaud). Il faudrait préciser quelles sont les substances qui provoquent ainsi chez les jeunes larves de *Guerinia*, une « intoxication héréditaire ». Est-ce un excès d'acide urique comme chez les Muscides de Roubaud ? Peut-être. Toutefois nous avons chez beaucoup de Coccides, chez celui qui nous intéresse en particulier, d'autres produits d'excrétions très importants : par exemple la matière colorante. Il est possible qu'à son éclosion, l'organisme de la larve soit plus ou moins uniformément chargé d'éléments colorés et que, pendant sa période de repos, la matière colorante vînt s'accumuler dans certains organes, tels que le corps adipeux si important chez *G. serratulæ*,

sous le tégument. Il ne faut pas oublier, en effet que nous sommes en présence d'un insecte qui attira l'attention des auteurs anciens (Guérin Méneville, Cheveul), non par ses déprédations sur les plantes cultivées, mais surtout par sa richesse en matière colorante.

C. — Les parasites de *Guerinia serratulæ.*

Tous les observateurs qui ont suivi la multiplication de *Guerinia serratulæ* ont constaté l'efficacité tout à fait remarquable des parasites dans la limitation de la cochenille. Ce frein méritait une étude spéciale, la plupart des textes publiés à son sujet n'apportant pas la précision voulue au point de vue biologique. C'est pourquoi j'ai tenté de compléter les observations des phénomènes naturels par l'expérimentation qui me permet d'apporter sur la question un certain nombre de faits nouveaux.

Guérin-Méneville avait remarqué l'éclosion de petits diptères parasites hors des *Guerinia* qu'il avait conservés pendant l'hiver, mais il n'en donne aucune détermination.

En 1875, Signoret écrit : « Dans un tube où nous avions mis beaucoup de ces cochenilles (*Guerinia*) venant d'Algérie, nous avons trouvé au bout de quelque temps une grande quantité de Diptères éclos ; les ayant, malgré leur mauvais état, communiqués à notre collègue et ami, M. S. M. Bigot, il a pensé que ce pourrait être la *Sphærocera subsultans* Macq., mais sans pouvoir cependant l'affirmer, vu l'état de dessiccation de l'insecte. »

Cette détermination fut rappelée, dans la suite, par les auteurs qui étudièrent *G. serratulæ*. Targioni Tozzetti donne les synonymes suivants du *Sphærocera subsultans* : *merdarum*, *stercoraria cadaverina*, *necrophaga*. Mais il n'a obtenu en grande quantité qu'un seul diptère parasite qui fut déterminé par Rondani comme étant son *Cryptochætum grandicorne* décrit en 1875.

En 1902, Del Guercio note le « parasitisme efficace vraiment prodigieux de *Sphærocera subsultans* et de *Cryptochætum grandicorne* qui arrivent à supprimer complètement l'infection ». Toutefois, le texte original ne permet pas d'affirmer que l'entomologiste italien a vérifié lui-même ou fait vérifier ces déterminations.

La question a son importance car, à ma connaissance, depuis Bigot, aucun diptérologiste n'a eu l'occasion de préciser si, parmi les Diptères éclos de *Guerinia serratulæ*, il y a bien *S. subsultans*. Pour ma part, tout porte à croire que les échantillons de Signoret étaient en trop mauvais état pour permettre d'affirmer qu'il s'agissait d'une espèce nouvelle. En effet, c'est exactement à la même époque que Rondani décrit son *Cryptochætum*, d'ailleurs pas du tout comme parasite d'une cochenille, et Bigot devait ignorer ce fait. Ce sont sans doute bien, dans les deux cas, des *Agromyzinæ* mais ils sont très différents comme aspect extérieur. De plus, et c'est, à mon avis, l'argument le plus sérieux,

S. subsultans n'a jamais été signalé comme parasite. C'est essentiellement une espèce coprophage et tout au plus saprophage. Peut-être dans le lot soumis à l'éminent diptérologiste, y avait-il, par hasard, un mélange de *Sphærocera* et de *Cryptochætum*, tous en très mauvais état.

Quoi qu'il en soit, jusqu'à nouvel ordre, je considère que *Guerinia serratulæ* a un seul parasite, *Cryptochætum grandicorne* et que ce parasite est, dans nos pays, spécifique pour la cochenille.

LE GENRE CRYPTOCHÆTUM

Récemment, M. Bezzi a consacré une petite note au genre *Cryptochætum* et en a fait un court historique qu'il n'y a pas lieu de reproduire ici. Toutefois je compléterai ce travail en précisant certains points qui ont leur importance si on se place, non pas au point de vue des Diptères, mais au point de vue de leurs hôtes.

Rondani créa le très curieux genre de *Cryptochætum* justement pour l'espèce *grandicorne* dont il avait récolté quelques exemplaires sur les fleurs d'*Evonymus europæus*. Cet insecte l'avait frappé par l'absence de la soie antennaire, fait encore inconnu dans l'important groupe des Acalyptères. Bezzi ajoute que, dans la suite, cet insecte ne fut retrouvé nulle part « jusqu'à une époque relativement récente : les entomologistes de l'Ecole de Portici ayant constaté qu'il vivait en Italie méridionale aux dépens de *Guerinia* ».

Or, en 1884, Targioni Tozzetti signale à deux reprises dans ses « *Annali di Agricoltura* (p. 128 et p. 406) qu'il a récolté en grande abondance de *G. serratulæ*, *Cryptochætum* et même il ajoute que ce Diptère a été déterminé, sur ses exemplaires par Rondani, lui-même. Ainsi, dès cette époque, on connait bien le parasite de *Guerinia* et les déterminations faites, à l'insu de la précédente, l'ont toujours confirmée. Personnellement, ne me fiant pas à ces données, j'ai soumis mes échantillons au Docteur Villeneuve qui m'a confirmé leur identification avec l'espèce de Rondani.

D'autres Muscides ont été depuis placés dans le même genre, que *grandicorne* ; ils sont connus de divers points fort éloignés du globe et les indications biologiques obtenues sur certains d'entre eux concordent pour en faire des parasites actifs des Cochenilles de la sous-famille des *Monophlebinæ*.

Ainsi, *C. chalybeum* de Meijere (1916) a été obtenu à Java d'un *Monophlebus* indéterminé qui vit sur *Deguelia microphylla*, *Albizzia moluccana*, *Tephrosia vogeli*, arbres d'ombre des cultures de Caféier et de Cacaoyer. *C. curtipenne* Knab parasiterait, d'après les diptérologistes, à Ceylan une *Walkeriana*. Il s'agit en réalité de l'*Aspidoproctus cinerea*. Enfin, les deux espèces universellement connues qui ont presque toujours été confondues par les observateurs sont *Cryptochætum* (*Lestophonus*) *iceryæ* Williston et *C.* (*L.*) *monophlebi* Skuse.

Ces deux espèces ont comme patrie d'origine l'Australie et ont attiré l'attention des biologistes au moment où les Américains tentaient, avec le succès que l'on connaît, l'acclimatation en Californie des parasites et prédateurs de l'*Icerya purchasi*. La progression, depuis cette époque, du *Novius cardinalis*



Fig. 14. — *Cryptochætum grandicorne :* adulte (Gr = 36).

a fait passer au second plan le rôle particulièrement précieux que jouait et joue encore, en Californie, *C. iceryæ*, dans la limitation de la cochenille australienne. Et pourtant si on parcourt « Insect Life » (1888 et 1889), on acquiert la conviction que tous les espoirs étaient alors tournés pour sauver les cultures d'Agrumes, bien plus vers le Diptère que du côté de la Coccinelle. Toutefois, aucune étude biologique complète ne fut alors publiée. On s'attacha surtout à préciser les caractères pouvant permettre de différencier cette espèce d'une autre, très voisine, étudiée dans la même région et parasite d'un autre Cochenille, *Monophlebus crawfordi*.

En 1916, simultanément, SMITH et COMPERE en Californie, DE MEIJERE à Java, donnent des détails intéressants sur la morphologie et la biologie des stades larvaires et pupal des *Cryptochætum*. Les entomologistes américains ont étudié le *C. monophlebi* de SKUSE, tandis que le diptérologiste hollandais décrivait les *C. ænescens* et *chalybeum*. Lors du début de mes recherches sur *C. grandicorne* en 1914, j'ignorais celles que devaient poursuivre parallèlement SMITH et COMPERE sur l'espèce australienne et je n'ai eu connaissance des travaux des savants précités (SMITH, COMPERE et DE MEIJERE) que mes observations terminées, grâce aux indications bibliographiques de la note de M. BEZZI, reçue en 1924.

La position systématique du genre *Cryptochætum* se présente actuellement sans discussion jusqu'au groupe « famille » :

Diptère, *Cyclorrhapha*, *Schizophora*, *Acalyptrata*, *Agromyzida*.

Puis les diptérologistes ne paraissent pas tout à fait d'accord. Les uns, avec BECKER, le classe dans la sous-famille des *Agromyzinæ* auprès d'espèces dont le mode de vie est bien différent de celui des *Cryptochætum*. Les autres, dont J. R. MALLOCH, font entrer ce genre dans la sous-famille des *Ochthiphilinæ*. Dans une revision de ce groupe, l'entomologiste américain considère sept genres : *Acrometopia*, *Chamaemyia*, *Cryptochaetum*, *Leucopis*, *Ochthiphila*, *Paraleucopis* et *Pseudodinia*.

A l'exception de *Cryptochætum*, aucun d'entre eux n'a été étudié en détails au point de vue économique. Pourtant, les habitudes prédatrices ou parasitaires de leurs larves qui se nourrissent aux dépens des Cochenilles ou des Pucerons doivent attirer l'attention. Je ne citerai ici que le rôle remarquablement efficace des espèces du genre *Leucopis* dans la limitation naturelle de nombreux Aphides ou Coccides.

MALLOCH différencie ainsi les stades adultes et larvaires des *Leucopis* et des *Cryptochætum* :

I. *Larves* :

1° Processus respiratoires anaux en forme de fils, l'un d'eux au moins dix fois la longueur du corps, repliés à l'intérieur du corps de l'hôte ; larves et pupes internes à l'hôte... *Cryptochætum*.

2° Processus respiratoires anaux très courts et robustes, parfois sessiles, non en forme de fils, ni aussi longs que le corps ; larves et pupes non internes à l'hôte... *Leucopis*.

II. *Adultes* :

1. Orbites avec une ou plusieurs paires de soies distinctes. { *Acrometopia*. *Chamæmyia*. *Ochthiphila*. *Pseudodinia*.

2. Orbites sans soies :

a. Arista absente.............................. *Cryptochætum*.

b. Arista présente.............................. *Leucopis*.

Ces caractères simples qui correspondent à peu près exactement aux deux genres de Diptères susceptibles de vivre aux dépens des Coccides seront suffisants pour aborder, en connaissance de cause, l'étude biologique de l'une quelconque des espèces de ces genres.

CRYPTOCHÆTUM GRANDICORNE Rondani

Description. — *Adulte.* — Longueur du corps : 2 millimètres environ et même longueur pour l'aile. Les caractères suivants sont donnés d'après Bezzi (1919). Triangle frontal, à peu près équilatéral, de coloration noir bleuâtre très brillant ; il se détache nettement sur le noir velouté du reste du front ; le vertex est aigu et rejoint le bord frontal antérieur. Les yeux sont distinctement ornés de poils, ce qui est en opposition avec la diagnose originale qui les donne nus. Le 3e article de l'antenne est deux fois plus long que large, et ne dépasse pas le bord de la bouche ; il est porté accolé à la face plutôt que dirigé obliquement vers l'extérieur. Dorsalement le thorax et l'écusson sont distinctement bleu foncé ; sur la région notopleurale et sur les pleures sont des poils longs, dressés, rigides et sétiformes. Les balanciers sont noirs, les squamules brunâtres. Les ailes sont faiblement mais nettement lactescentes avec la nervation jaunâtre vers la base ; le segment de la costa entre les deux premières nervures longitudinales a une longueur égale à une fois et demie celle du segment entre la 2e et la 3e ; la 3e nervure aboutit à l'apex de l'aile ; les 4e et 5e

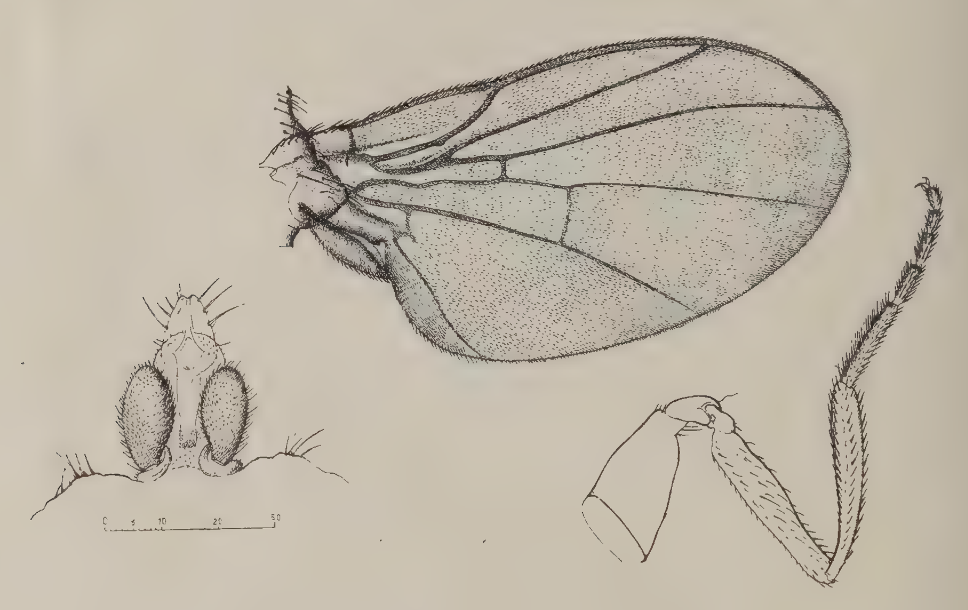


Fig. 15. — *Cryptochætum grandicorne:* antennes et rostre (Gr = 85) ; aile et patte (Gr =45).

sont effilées dans leur portion terminale ; les nervures transversales sont très rapprochées entre ces dernières, la postérieure étant aussi longue que la distance qui la sépare de la première et étant beaucoup plus courte (plus de deux

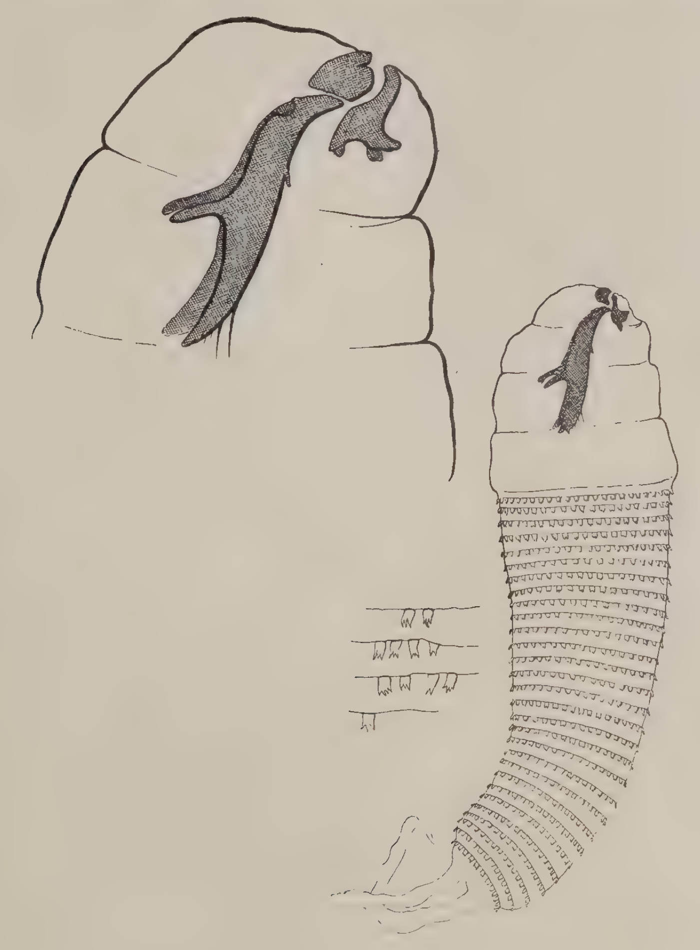


Fig. 16. — *Cryptochætum grandicorne :* premier stade larvaire ; ensemble (Gr = 196) ; armature buccale (Gr = 360) ; papilles dermiques (Gr = 750).

fois) que la dernière portion de la 5e nervure. La costa s'arrête à l'apex de la 3e nervure longitudinale.

Larve primaire. — Coloration blanchâtre. A la forme d'un petit fuseau d'environ un demi-millimètre de long, peu après l'éclosion. Si on étudie l'insecte au microscope, on voit la région céphalothoracique se différenciant très nettement du reste du corps. En avant le tube buccal, d'où se détache l'armature (1) buccopharyngienne, puis les trois segments thoraciques, relati-

(1) Les diptérologistes paraissent employer indifféremment les termes de *armature* (Keilin, Séguy, Thompson) et d'*armure* (Pantel).

vement très longs et nettement séparés l'un de l'autre et de l'abdomen. Le métathorax a en particulier une forme tronc-conique, à large base postérieure, facile à constater. Le tégument sur toute cette partie du corps est lisse.

La segmentation de l'abdomen est assez nette : huit segments sont visibles, diminuant progressivement de largeur, d'avant en arrière. Ils sont chacun garnis de quatre à six rangées circulaires de petits appendices charnus et flexibles bi ou trifurqués à l'extrémité apicale. Ces papilles, tactiles selon toute probabilité, correspondent évidemment chez la larve de *C. grandicorne* aux épines, crochets ou plaques à nodules dont la présence a été constatée en particulier par Thompson chez les *Tachinidæ*.

Le corps de la larve possède à sa partie postérieure deux longs filaments charnus qui peuvent atteindre au moins la longueur du corps. Smith et Compere ont trouvé chez la larve de *C. monophlebi* ces filaments aussi longs que deux fois la longueur du corps. De Meijere aurait constaté pour *C. ænescens* ou *chalybeum* (l'auteur ne spécifie pas si ces deux larves diffèrent l'une de l'autre) des filaments postabdominaux égaux à trois fois la longueur du corps. De toutes façons, nous sommes très loin du processus d'une longueur égale à dix fois celle du corps, comme l'écrit Malloch.



Fig. 17. — *Cryptochætum grandicorne :* deuxième stade larvaire ; ensemble (Gr = 50) ; armature buccale (Gr = 220).

L'armature bucco-pharyngienne est bien développée et chitinisée chez la larve primaire. La pièce basilaire est relativement puissante ; son aile supérieure est plus longue que celle figurée pour *C. monophlebi* par Smith et Compere. Les pièces latérales présentent en avant une petite dent obtuse qui fait vis-à-vis avec une dent comparable présentée par la plaque du canal salivaire.

Le premier stade larvaire ne présente aucun autre caractère saillant ; il n'a en particulier aucun orifice stigmatique.

Deuxième stade larvaire. — La longueur de la larve est d'environ 1^{mm},5. Sa coloration est jaune clair. A ce stade, la segmentation si nette chez la jeune larve, n'est à peu près plus visible ; les segments thoraciques ne se différencient plus de l'ensemble du corps qui a l'aspect d'un petit fuseau

pointu à l'avant, légèrement arrondi à l'arrière et se prolongeant par les deux longs filaments, qui sont à peine plus longs que le corps lui-même.

Les appendices charnus et flexibles qui ornementent les segments abdominaux dans le premier stade larvaire n'existent plus ici où ne se découvrent que de petites digitations grêles, peu nombreuses, éparses sur le tégument. Ces appendices incolores sur les préparations, apparaissent simples, non bifurquées.

L'armature bucco-pharyngienne présente absolument la même constitution que celle du premier stade. Son caractère principal est de n'avoir pas progressé en taille et force avec le corps de l'animal. Tandis que celui-ci est trois fois plus volumineux qu'au premier stade larvaire, les pièces chitinisées de l'appareil bucco-pharyngien ne dépassent pas les dimensions qu'elles avaient dans le stade précédent.

En résumé, le deuxième stade larvaire des *Cryptochaetum* qui n'est signalé par aucun des auteurs ayant étudié ce genre, est bien le stade intermédiaire peu important, tel que le considère PANTEL, dans ses travaux sur les Diptères parasites.

Troisième stade larvaire. — Les dimensions de la larve complètement développée sont de 3 millimètres de long, sur un grand diamètre de 1 millimètre à $1^{mm},3$. La forme générale est toujours un fuseau, mais de nombreux caractères ont apparu. La couleur générale est encore blanc jaunâtre ; le corps est ornementé de petites épines chitinisées assez fortement groupées en bandes circulaires qui laissent deviner la segmentation du corps, particulièrement sur la face dorsale. Les segments thoraciques présentent chacun une bande de quatre à six rangées d'épines. Ces trois bandes sont réunies, l'une à l'autre, latéralement dans les espaces inter-segmentaires, par une petite bande longitudinale de quatre rangées d'épines identiques. Les segments abdominaux ont également chacun une bande d'épines comprenant un nombre de rangées plus considérable en arrière. Deux comptages nous ont donné :

Segments	I	II	III	IV	V	VI	VII
Rangées	3	2	6	7	8	8	8

La bande latérale longitudinale d'épines disparaît à peu près complètement entre le métathorax et le premier segment abdominal ; elle est ensuite au contraire continue et très riche jusqu'à la dernière rangée circulaire.

A l'extrémité postérieure du corps, on voit par transparence le rectum qui apparaît fortement musculeux, se présentant en forme de bulbe. Il communique avec l'extérieur par l'orifice anal qui vient s'ouvrir au centre de la région caudale semi-hémisphérique et qui présente, de chaque côté, le point d'insertion des deux longs appendices déjà signalés dans les stades précédents. Je n'ai pu déterminer chez *C. grandicorne* la longueur totale de ces filaments qui, chez

C. monophlebi, atteindraient 20 millimètres. Ces appendices ont un tégument lisse et ne présentent à leur intérieur aucun organe, en particulier aucune trachée (Pl. I, fig. 6).

On distingue bien l'appareil respiratoire qui comprend les deux paires de stigmates reliés de chaque côté par un gros tronc trachéen. Les stigmates antérieurs sont formés d'une sorte de chambre respiratoire (chambre feutrée) prolongée par sept appendices digités dont la constitution cellulaire est particulièrement bien visible (1). L'ensemble du stigmate est enfermé dans une sorte



Fig. 18. — *Cryptochætum grandicorne :* troisième stade larvaire, I et II, armature buccale, de profil et de face (Gr = 190) ; III, partie postérieure du corps (Gr = 45) ; IV, papilles du tégument (Gr = 300) ; V, stigmate antérieur (Gr = 190) ; VI, crochet et stigmate postérieur (Gr = 190).

de loge chinitisée qui suit le contour extérieur de l'appareil digité. Les organes externes de la respiration, à la partie postérieure du corps sont à la face dorsale et sont représentés par une paire de puissants crochets. A leur intérieur, on distingue un stigmate digité tout à fait comparable aux stigmates antérieurs, mais dont les sept digitations, bien distinctes, sont repliées les unes contre les autres. Ces stigmates communiquent avec l'extérieur par l'intermédiaire d'un petit orifice placé à la face interne du crochet à la base de la pointe, près de la pièce basilaire. On voit également bien le tronc trachéen pénétrer dans le crochet pour se prolonger par le stigmate.

Cet appareil respiratoire a été également étudié par DE MEIJERE chez les *Cryptochaetum* de Java. Il est intéressant de transcrire la description qui en a

(1) Par suite d'une erreur, tout le cloisonnement qui existe normalement à l'intérieur du stigmate antérieur n'a pas été reproduit dans la figure 18 (V).

été donnée. Elle montre les différences entre ces espèces exotiques et *grandicorne* et en outre elle complète, dans une certaine mesure, au point de vue de la physiologie du Diptère, les observations que j'ai pu faire, dans l'ignorance complète du travail du savant hollandais.

« Les stigmates postérieurs sont relativement petits en forme de crochets dont la pointe est dirigée en dessous : ils s'élèvent d'une tache brune allon-

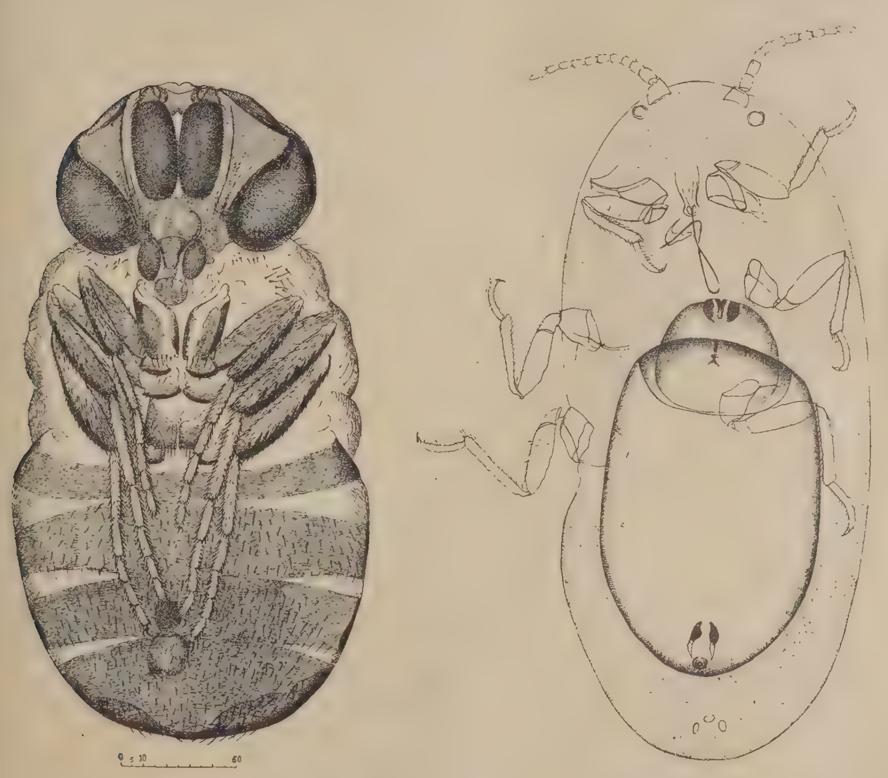


Fig. 19. — *Cryptochætum grandicorne :* adulte encore emmailloté dans l'enveloppe pupale, non figurée (Gr = 35).

Fig. 20. — *Guerinia serratulæ :* adulte, avec à l'intérieur de son corps, une pupe éclose de *Cryptochaetum grandicorne* (Gr = 25).

gée, puis se recourbent vers la partie postérieure de la larve. Dans la région inférieure du crochet se trouve l'extrémité de la chambre feutrée... De celle-ci sortent trois boutons en forme de tubes qui sont serrés les uns contre les autres et dont le médian est le plus long et s'étend jusqu'à l'extrémité du crochet. Celui-ci pénètre dans une des plus grosses trachées de la cochenille ainsi que nous l'avons observé chez les jeunes stades des larves de *Conopidæ.* » Ainsi DE MEIJERE a trouvé petits les stigmates postérieurs des *Cryptochætum* qu'il a étudiés ; chez *C. grandicorne*, ces organes sont relativement grands. A leur intérieur, j'ai constaté la présence d'un nombre de prolongements digités supérieur à trois ; il serait égal à sept comme pour les stigmates antérieures.

L'armature bucco-pharyngienne a subi de profondes modifications au cours de la deuxième mue. La pièce basilaire devient beaucoup moins importante que dans les stades précédents. Les pièces latérales, au contraire, se présentent à la partie antérieure de l'appareil comme deux forts crochets pointus qui vont permettre à la larve de dilacérer les organes de son hôte. La morphologie dénote immédiatement les modifications profondes qui sont apportées au régime.

Pupe (Pl. I, fig. 5). — La pupation s'opère à l'intérieur de l'exsuvie du dernier stade larvaire. Celle-ci est d'abord blanchâtre et molle, elle se durcit et devient brun rougeâtre. L'insecte a grossièrement la forme d'un tonnelet, d'environ 2mm,5 à 3 millimètres de long, et de 1 millimètre à 1mm,5 de diamètre maximum. L'extrémité antérieure est tronquée de haut en bas dorsalement, l'inclinaison étant d'arrière en avant. Cette région tronquée sera, lors de l'éclosion de l'insecte parfait, le clapet de sortie. Le point autour duquel tournera ce clapet est marqué, par une petite incurvation, située entre les deux stigmates digités du troisième stade larvaire. Ces stigmates très chitinisés qui se projettent, rigides, en avant de la pupe, sont intérieurs à *Guerinia serratulæ* et ne paraissent pas fonctionnels chez la pupe. L'incurvation que présente le clapet en son point de fixation, coïncide sur la pupe avec une tige fortement chitinisée qui se prolonge vers l'intérieur par les vestiges de l'armature buccopharyngienne de la larve. A la surface du clapet, on voit les trois bandes de rangées d'épines chitinisées qui ornementaient la face dorsale du tégument de cette dernière. D'ailleurs, toutes les zones d'épines de la larve sont encore visibles ici. Les deux crochets stigmatiques postérieurs sont particulièrement bien développés et sont toujours, m'a-t-il semblé, extérieurs à l'hôte dont ils ont perforé le tégument. Plus en arrière, dans la partie hémisphérique, on retrouve les deux filaments plus ou moins desséchés, la dessiccation ayant commencé au point d'attache et, entre eux, une cicatrice semi-circulaire, correspond à l'orifice anal.

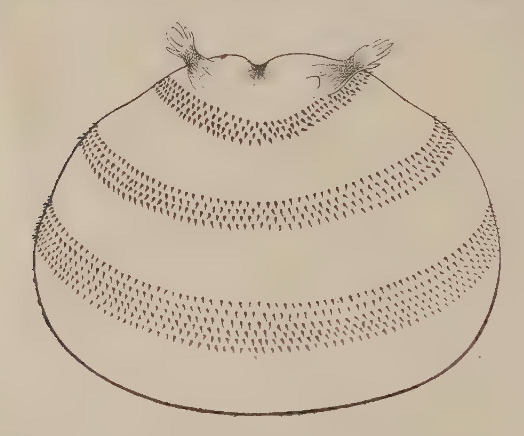


Fig. 21. — *Cryptochætum grandicorne :* Clapet de sortie de l'adulte, hors de la pupe (Gr = 75).

Position de la pupe, dans son hôte. — Dans la presque totalité des observations que j'ai pu faire, la pupe a la même orientation que son hôte, les crochets dorsaux traversant toujours le tégument dorsal de *G. serratulæ* ; dans quelques cas seulement, la pupe est retournée bout pour bout, son extrémité antérieure

dans la région abdominale de la cochenille, tandis que les crochets sont dans un segment thoracique.

Remarques sur la biologie de *Cryptochætum grandicorne.*

I. Régime alimentaire des stades larvaires. — Quand on étudie successivement les trois stades larvaires de *Cryptochaetum grandicorne*, on est frappé par la différence considérable d'aspect de l'armature chez le premier et le second stade d'une part, et le troisième stade d'autre part. Evidemment l'évolution de cette armature est en rapport avec celle du changement de régime de l'insecte. Il me semble que, d'après mes observations sur *C. grandicorne*, complétées par celles de de Meijere sur les *Cryptochætum* javanais et celles de Compere et Smith sur *C.monophlebi*, les larves de ces diptères parasites, ont un mode de vie comparable à celui observé, par Pantel en particulier, chez un grand nombre de Tachinaires.

Le premier stade larvaire constitue une période de vie paresseuse et de croissance lente (3 à 4 mois chez *C. grandicorne*). L'insecte se nourrit peu et emmagasine peu. Il vit librement au milieu des viscères de la cochenille, sans contracter avec eux de rapports spéciaux. Son régime alimentaire est composé uniquement du sang et de la graisse de son hôte. L'armature buccale est puissante et permet à la larve de piocher dans le corps adipeux, toujours important, de sa victime. En somme, ainsi que le fait remarquer Pantel pour les espèces qu'il a étudiées, le parasite vit dans son hôte à peu près comme vivent les organes de celui-ci, aux dépens des réserves et de l'oxygène dissout dans l'hémolymphe.

Le deuxième stade larvaire constitue une période de transition très courte (chez *C. grandicorne*, quelques jours à peine) pendant laquelle la larve a un régime plus stéatophage ou plasmophage. Aussi son corps devient plus dodu, mais son appareil buccal n'a subi aucune modification.

Enfin, avec le troisième stade apparaît un mode de vie tout à fait différent. La vie de la larve devient très active et sa croissance très rapide. La durée de ce stade est plus longue que celle du précédent. mais elle est considérablement plus courte que celle du premier. Pour *C. grandicorne*, elle atteint à peine, m'a-t-il semblé, une quinzaine de jours. Et pourtant quelle différence de taille est constatée du début à la fin de l'évolution ! Pour une transformation aussi rapide, le parasite est muni d'une armature buccale qui est sans doute beaucoup moins puissante que dans les stades précédents, mais chez laquelle l'acquisition des deux crochets latéraux aigus implique une activité alimentaire plus grande. Il y a d'ailleurs apparition soudaine de la sarcophagie : la larve de *Cryptochætum* ne se contente plus de dévorer le corps adipeux partout où elle peut l'atteindre, mais son attaque se porte sur toutes les parties molles de l'organisme : muscles et viscères en particulier. L'assimilation de matières azotées en abondance a, comme conséquence, le changement complet dans la marche du métabolisme et du développement de la larve. De paresseuse, celle-

ci devient grouillante et la rapidité d'allure de sa croissance générale n'aurait jamais pu être soupçonnée devant la marche très lente du développement des stades antérieurs.

Comme chez les *Conopidæ*, ainsi que le rappelle DE MEIJERE, la larve de *Cryptochætum* au 3e stade vit plus ou moins suspendue par les armatures chitineuses des stigmates postérieurs. Ces crochets sont fixés dans une forte trachée de la cochenille et les échanges gazeux se font, à la partie postérieure du corps, avec l'air extérieur. Ainsi, par ce caractère, la larve est métapneustique tandis que, par le fonctionnement des stigmates antérieurs, plongés dans la cavité générale, elle puise l'oxygène dissous.

II. SIGNIFICATION ET ROLE DES FILAMENTS CAUDAUX. — Un des caractères les plus frappants, communs à tous les *Cryptochætum* connus est la présence à l'extrémité abdominale de deux longs tubes charnus plongés dans la cavité générale de l'hôte. Il y a lieu de noter que ce caractère ne se retrouve, à ma connaissance, chez aucun des genres voisins des *Agromyzidæ* ; on peut donc supposer qu'il est en relation avec le parasitisme interne des larves des *Cryptochætum*. On est d'autant plus porté à formuler cette conclusion que de tels appendices se rencontrent dans d'autres groupes d'animaux parasites et ont conduit divers auteurs à formuler une opinion à leur sujet.

DE MEIJERE, en observant ces filaments chez les larves de *Cryptochætum*, estime qu'on est en présence de branchies sanguines anales et ajoute que deux petites branchies anales en forme de feuilles sont connues chez plusieurs larves de diptères mais qu'il constate ici un développement encore inconnu. Le même auteur se demande si ces branchies anales doivent servir seulement à la respiration ou encore à l'alimentation : de fines particules du liquide interne de la cochenille passeraient par osmose à travers leur mince paroi, comme cela s'observe chez la Sacculine.

Je signalerai que CAULLERY et MESNIL ont étudié, en 1914, des Copépodes de la famille des *Monstrillidæ* dont les larves rappellent beaucoup celles des *Cryptochætum*. Les *Monstrillidæ* sont à l'état adulte des organismes hautement différenciés pour la vie pélagique et la nage rapide. Les stades larvaires sont au contraire des parasites internes d'Annélides. Or, à la fin de leur vie parasitaire, ces Crustacés possèdent des appendices intravasculaires qui, selon CAULLERY, jouent le rôle d'appendices absorbants, comme les racines de la Sacculine. Le nombre de ces appendices est variable avec l'espèce : chez le Monstrillide, qui parasite *Syllis gracilis*, une seule paire est présente et l'aspect général de la larve rappelle beaucoup *Cryptochætum grandicorne*. CAULLERY recherche la signification morphologique de ces appendices : Sont-ce des formations adaptives entièrement nouvelles ou bient sont-ce les appendices métanaupliens (mandibules et maxilles) qui n'existent plus chez l'adulte et qui sont ici transformés en appareils d'absorption. L'auteur opine pour cette dernière hypothèse qui

évidemment ne peut être retenue pour le cas des larves de Diptères.

En somme, les filaments post-abdominaux, quelle qu'en soit leur origine, doivent jouer un rôle dans l'absorption soit de particules alimentaires, soit d'oxygène dissous. Giard n'a-t-il pas comparé ce genre de parasitisme à la placentation et n'a-t-il pas montré les rapports étroits entre la placentation embryonnaire et le parasitisme placentaire : au point de vue physiologique, les suçoirs de la Sacculine, les appendices absorbants des larves de *Monstrillidae* ou de *Cryptochætum* sont les équivalents des villosités d'un placenta de Mammifère.

III. Evolution de *Cryptochætum grandicorne.* — L'éclosion des adultes de *Cryptochætum* paraît être étroitement liée aux conditions extérieures qui agissent dans le même sens que vis-à-vis des larves néonates de *Guerinia*, lors de leur sortie, pour commencer à se nourrir.

Ces deux phénomènes sont sensiblement concomittants. L'éclosion du premier Diptère, dans mes élevages, s'est produite :

En 1918	le 29 avril.
En 1922	le 9 janvier.
En 1923	le 14 décembre.

Les *Cryptochætum* ont continué à apparaître, à partir de ces dates, au cours d'une période variant de un mois à peine (1918) à trois mois et demi (1923). Si la température est favorable, les Diptères sont très actifs et les premiers accouplements sont observés le troisième jour après les éclosions. Le mâle est sensiblement plus svelte que la femelle. L'acte de la génération s'opère en général après que le mâle s'est installé à califourchon sur le dos de la femelle qui, alors, en général, s'immobilise sur place. Le mâle, tout en restant accouplé, tourne autour de l'extrémité abdominale femelle jusqu'à ce que les deux corps soient dans le prolongement l'un de l'autre. Quand on ne dérange pas le couple, le plus souvent le mâle a sa tête appuyée sur le sol, les antennes complètement cachées et le corps arc-bouté sur les pattes des deux dernières paires de façon que les ailes soient sensiblement verticales. La tête de la femelle est également baissée mais elle paraît s'appuyer sur les antennes dirigées en avant. De plus, les ailes sont plutôt dans un plan horizontal. Les deux abdomens sont au-dessus du sol et, pendant tout l'acte, on voit en dessous de l'abdomen mâle une petite pièce prégénitale se mouvoir activement de haut en bas et de bas en haut, tandis qu'on ne perçoit aucune contraction des deux abdomens.

L'accouplement dure en moyenne une vingtaine de minutes. Mais si la femelle n'est pas disposée à accepter un mâle, elle recourbe en dessous vers l'avant l'extrémité postérieure de son abdomen et repousse le mâle à l'aide de ses pattes de la dernière paire qu'elle projette énergiquement vers l'arrière.

La ponte est susceptible de commencer à peine une heure après l'accouplement. Si on suit une femelle à ce moment-là, on la voit voler active-

ment autour de la plante parasitée par les jeunes *Guerinia*. La vue ne paraît apporter aucune aide dans le choix de la cochenille. L'attitude du petit Diptère au cours du vol, est tout à fait caractéristique ; les antennes pointent en avant, tandis que les pattes sont rejetées en arrière et l'insecte qui, en somme, est plutôt massif apparaît ainsi svelte et très allongé. On voit la femelle se poser près d'une larve de *Guerinia*. A l'aide de ses antennes, elle palpe longuement la jeune cochenille sans doute pour déterminer si la victime choisie est apte à recevoir la ponte. Quant à l'acte lui-même, il est extrêmement rapide. Quelques secondes suffisent pour la projection de l'oviscapte, de couleur grise, contre la larve, pour le retour en place de l'organe de ponte et pour le départ du Diptère vers un autre Coccide. Vu la difficulté de pouvoir récolter un nombre suffisant de jeunes larves ayant reçu la ponte du *Cryptochætum*, il ne m'a pas été permis de mettre en évidence les œufs de ce dernier.

Smith et Compere ont donné une courte description de l'œuf de *C. monophlebi*, de couleur blanche, qui aurait environ $0^{mm},3$ de long et serait oval avec une extrémité légèrement plus grosse que l'autre. D'après ces mêmes auteurs, l'incubation serait de quatre à cinq jours et une seule femelle de *C. monophlebi* déposerait environ 200 œufs. Pour le *C. grandicorne*, si la durée d'incubation est voisine de celle donnée pour l'espèce australo-américaine, je ne pense pas que le nombre d'œufs déposés par une seule femelle soit aussi considérable et dépasse la dizaine.

En élevage, une jeune larve de *Guerinia* peut héberger plusieurs œufs de *Cryptochætum* pondus indifféremment par la même femelle ou par des Diptères différents. Il est aisé de trouver, dans la même cochenille, jusqu'à six larves parasites au premier stade d'évolution. Mais, ainsi que de nombreux auteurs l'ont constaté dans d'autres cas de parasitisme animal ou végétal, un individu détruit tous ses congénères et seul continue son évolution. On a pu ainsi, ne voyant sortir d'un hôte qu'un seul parasite, croire qu'une femelle palpe sa victime avec ses antennes dans le but de constater si celle-ci n'a encore reçu aucune ponte. Cette conception du parasitisme ne correspond pas à la réalité, en ce qui concerne le diptère. Pourtant jamais je n'ai vu plus d'une pupe par cochenille. Riley (1889) aurait au contraire constaté la sortie de plus de 11 *C. monophlebi* d'une seule femelle d'*Icerya purchasi*. Il signale qu'on aurait compté jusqu'à 17 trous de sortie de *Cryptochætum* hors de *Monophlebus crawfordi*.

Quant à l'acte de la femelle de *Cryptochætum* qui consiste à palper longuement les *Guerinia* avant de pondre, on peut donner les explications suivantes, d'après mes observations personnelles :

1° Spécificité de l'hôte. — La ponte, pour être fertile, doit s'opérer dans une *Guerinia*: le Diptère me paraît spécifique de la Cochenille, dans nos pays tout au moins. Les parasites obtenus d'autres Coccides de la région méditerranéenne (*Lecanium*, *Pulvinaria*, *Pseudococcus*) n'appartiennent pas au

genre *Cryptochætum*. Mes tentatives pour faire pondre *C. grandicorne* dans diverses espèces de cochenilles autres que *Guerinia*, ont totalement échoué. Dans un seul cas, j'ai observé très nettement la ponte : j'ai pu en effet maintenir, au cours de l'hiver 1923, en captivité sur une branche d'Orangers parasite par l'*Icerya purchasi* une dizaine de *Cryptochætum* : j'ai constaté que les femelles, après l'accouplement, déposaient leurs œufs dans les larves au premier stade de la cochenille. L'observation a été faite le 16 janvier et j'ai pu voir une femelle déposer successivement un œuf dans six larves d'*Icerya*.

Après la mort des Diptères, l'élevage d'*Icerya purchasi* fut conservé jusqu'au 17 avril, date à laquelle les cochenilles m'ont paru, pour la plupart, ne plus être vivantes. J'ai monté au baume de Canada les individus récoltés. Au microscope j'ai constaté que, sur une trentaine de larves, trois seulement avaient effectué leur première muc et que chacune d'elles contenait à son intérieur une larve de *Cryptochætum* au premier stade. La mort prématurée des autres *Icerya* était certainement due aux blessures effectuées pour la ponte par les femelles de *Cryptochætum*. En effet, le tégument de ces insectes présentait des auréoles foncées autour d'une petite déchirure correspondant évidemment à la perforation par l'oviscapte du diptère. De telles lésions n'ont jamais été constatées sur le derme des larves de *Guerinia*, parasitées par *C. grandicorne*.

Ainsi donc, ce dernier peut pondre dans les stades larvaires de l'*I. purchasi*, mais la cochenille ne paraît pas susceptible, dans les conditions présentes, de constituer un terrain favorable à l'évolution du diptère. Toutefois, le fait que ce dernier a pu éclore dans son hôte et a permis, d'autre part, à l'*Icerya* de muer une fois est important en lui-même. Il ne m'apparait plus impossible qu'un nouvel équilibre s'établisse un jour sur la Côte d'Azur, où cohabitent les deux insectes, et que le *C. grandicorne* remplace chez nous le *C. monophlebi*.

Pour le moment, il existe un empêchement physiologique dans la différence entre les durées des cycles d'évolution du diptère et de la cochenille, ainsi que nous l'expliquons plus loin.

Kuwana, auquel on doit de très remarquables travaux biologiques sur les Coccides du Japon, signale que *C. grandicorne* n'a jamais été observé dans son pays sur *Icerya purchasi*. Par contre, ce diptère, déterminé par Bezzi, parasiterait au Japon deux autres Monophlébines. L'une de celles-ci est l'*I. seychellarum* Westw. qui est très répandue dans les pays tropicaux et subtropicaux, mais qui n'avait pas encore été signalé comme pouvant héberger le *C. grandicorne* : sur 100 *Icerya* femelles disséquées en 1918, 94 ont été trouvées parasitées par le diptère. Le deuxième coccide signalé par Kuwana est *Drosicha* (*Warajicoccus*) *corpulentus* dont le parasitisme par le *Cryptochætum* a été constaté chez plus de 60 p. 100 de femelles qui seraient détruites au troisième stade larvaire. Je rappelle que *Guerinia serratulæ*, hébergeant *C. grandicorne* arrive au contraire jusqu'au stade adulte.

2° Spécificité du stade d'évolution de l'hôte. — Au sujet du *Cryptochætum monophlebi*, Smith et Compere signalent que la ponte s'effectue de préférence dans des cochenilles qui ont atteint la moitié de leur développement. Au contraire, j'ai tout lieu de croire, à la suite de mes nombreuses observations, que le *C. grandicorne* ne pond qu'à l'intérieur de larves de *Guerinia* qui sont au premier stade et qui sont fixées sur leur hôte.

Les femelles de *Cryptochætum* qui cherchent à pondre ne sont pas du tout attirées par les autres stades évolutifs de la cochenille et surtout par les jeunes larves qui ne s'alimentent pas. Ces remarques expliquent pourquoi la ponte ne peut être observée si les diptères sont mis en présence de *Guerinia* à différents âges, au dehors du végétal qui les nourrit, par exemple dans une petite boîte de Pétri. J'ai vérifié le fait un très grand nombre de fois.

Il reste à expliquer comment s'opère cette attraction. Des hypothèses seules peuvent être émises : il est vraisemblable qu'il s'agit d'un chimiotropisme ayant son origine dans le métabolisme de la cochenille : chez un insecte qui s'alimente par succion active d'un suc végétal, il se produit certainement une circulation des liquide internes dont le mouvement peut-être perçu, à l'aide de ses antennes, par un parasite et peut même provoquer chez ce dernier la série de réflexes qui entraîne le dépôt de l'œuf dans la cavité générale de l'hôte.

Quant au choix d'une larve jeune de *Guerinia*, qui nous paraît indispensable à la conservation de l'espèce parasite, il ne doit pas nécessiter un gros effort. Lors de l'apparition des *Cryptochætum* et, pendant à peu près toute la période d'éclosion du diptère, on ne rencontre en effet, fixés sur la plante, presque uniquement que des *Guerinia* au premier stade larvaire.

Si on ouvre des *Guerinia* parasitées, on trouve des larves de *Cryptochætum* entre les organes essentiels de leurs hôtes, en particulier, accolées le long du tube digestif. En général, les parasites sont orientés dans le même sens que les cochenilles et on les voit agiter leurs deux longs filaments caudaux dans le liquide de la cavité générale.

Ainsi que Smith et Compere l'ont remarqué pour *C. monophlebi*, les larves n'attaquent pas les organes vitaux de l'insecte parasité jusqu'à ce que celui-ci atteigne son dernier stade d'évolution. Après la troisième mue de *Guerinia*, le diptère parasite opère sa deuxième mue larvaire et devient un terrible ennemi pour son hôte dont il détruit très rapidement tout l'organisme à la place duquel, peu de jours après, on voit se former la pupe du *Cryptochætum*. La cochenille parasitée a, le plus souvent, eu le temps avant sa mort d'émigrer, avec ses congénères saines, dans les abris où doivent se passer l'automne et l'hiver. On la distingue facilement par sa forme globuleuse, ramassée sur elle-même, qui est due à ce que la pupe du diptère, fortement chitinisée remplit tout le corps dont il reste seulement le tégument qui enveloppe le parasite. Les deux forts crochets stigmatiques postérieurs de ce dernier se perçoivent très nettement à l'extérieur de la peau de la cochenille. L'insecte ailé se formera

ainsi à l'abri des intempéries, grâce à la prévoyance involontaire de son hôte et ne sortira de sa loge pupale que l'année suivante, en même temps que les jeunes larves de *Guerinia* de la nouvelle génération commenceront à se répandre sur les plantes hôtes.

Conclusion. — Ainsi donc, de même que *Guerinia serratulæ* n'a qu'une génération annuelle, de même son parasite *Cryptochætum grandicorne* n'en présente également qu'une seule chez nous. Il est vraisemblable qu'il en est de même au Japon où, comme nous l'avons déjà noté, *C. grandicorne* parasite *Icerya seychellarum* et *Drosicha corpulentus* qui, tous deux, n'ont aussi qu'une seule génération annuelle.

Notre diptère est bien différent, au point de vue durée d'évolution, des espèces voisines dont on connaît la biologie, telles que *C. iceryæ* et *C. monophlebi*. Ce dernier, d'après Smith et Compere, présente cinq ou six générations par an, le nombre dépendant des conditions climatériques. Il y a lieu de rappeler que l'*Icerya purchasi* a également un nombre de générations annuelles supérieures à celui de *Guerinia*, d'*Icerya seychellarum* et de *Drosicha corpulentus*.

Le parallélisme complet entre l'évolution de l'hôte et celle des *Cryptochætum* est frappant et mérite de retenir l'attention. Bien que ne paraissant pas indispensable pour la conservation des espèces parasites, cette concordance favorise au maximum ces dernières et explique le pourcentage annuel extraordinaire de cochenilles qui hébergent ces diptères.

Les *Cryptochætum* peuvent être classés parmi les parasites monophages les plus spécialisés, caractère auquel est certainement due l'importance économique que *C. monophlebi* a prise en Californie, dans la lutte contre l'*Icerya purchasi*. Smith et Compere n'ont-ils pas écrit que, si les faits étaient connus, nous trouverions probablement qu'à cet insecte est due au moins une partie du bon travail attribué au *Novius cardinalis*.

D. — *Pachyneuron coccorum* L., parasite de *Cryptochætum grandicorne*.

En mettant en observation les divers lots de *Guerinia serratulæ*, récoltés dans le midi de la France ou reçus du nord de l'Afrique, j'ai obtenu un petit Chalcidien dont Ch. Ferrière a bien voulu me fournir la détermination. Il s'agissait du *Pachyneuron coccorum* L., espèce relativement répandue dans l'Europe méridionale.

On considère en général que les *Pachyneuron* sont parasites soit de Pucerons ou de Cochenilles, soit de Diptères (*Leucopis* ou Syrphes) qui vivent aux dépens de ces hémiptères.

Les spécialistes en Hyménoptères parasites qui ont déjà beaucoup à faire en effectuant les déterminations qui leur sont soumises, ne s'attachent pas, le plus souvent, à préciser le véritable hôte des espèces qu'ils étudient au point de vue systématique. Aussi faut-il être, je pense, très circonspect relativement aux

listes d'insectes parasités, quand elles n'ont pas été contrôlées par l'expérimentation.

Ce que l'on sait des *Pachyneuron* vient à l'appui de cette observation :

Rondani (1876-1878) a obtenu, dit-il, *P. coccorum* de *Lecanium pruni* Bouché (1). De Gaulle, dans son catalogue des Hyménoptères de France, donne ce même Chalcidien comme parasite de *L. aceris* (= *coryli*) et de *Lecanium vitis* (= *Pulvinaria betulæ*). Or, ces Coccides sont parasités par des *Leucopis* qui, cachés aux yeux des observateurs superficiels par le sac ovigère ou par le corps même de leur hôte, passent inaperçus très facilement. On peut en dire de même sans doute du *P. micans* How., signalé comme parasite du *Siphonophora avenae*. Par contre, Silvestri décrit le *P. longiradius* dont il a observé le parasitisme aux dépens de *Leucopis* sp. dont les larves sont prédatrices des œufs de *Filippia oleæ* Costa. La même espèce de *Pachyneuron* aurait été obtenue par J. Mimeur, en Afrique Occidentale française, soit d'un Syrphide, soit d'un Leucopis, qui parasitait des Pucerons du Cotonnier et du Sorgho. (Vayssière, 1926).

Enfin, J. C. Faure (2) a particulièrement bien étudié en France la biologie d'un *Pachyneuron* qui a été identifiée par Ch. Ferrière à *P. aphidis* Bouché, donné dans la bibliographie antérieure, comme parasite de Pucerons. Faure au contraire a obtenu son *Pachyneuron* de pupes de Syrphes (*S. balteatus* de G.) et note que les individus qu'il a obtenus n'ont jamais montré au laboratoire une attraction quelconque pour les divers Pucerons qu'il leur a présentés : il n'a, en outre, jamais rencontré cette espèce ailleurs que sur des Syrphes dans la région où il l'a observée. Je suis convaincu, et Ferrière l'a supposé, que l'attribution de Pucerons comme hôte de *P. aphidis* est inexacte.

Pour ce qui est du *Pachyneuron coccorum*, je l'ai toujours obtenu des pupes de *Cryptochætum grandicorne*, pupes qui sont toujours enveloppées par le tégument de la cochenille qui fut la victime du Diptère. Tous mes essais pour obtenir un parasitisme direct du *Pachyneuron* sur *Guerinia serratulæ*, exempt de *Cryptochætum* échouèrent. Silvestri (1919), ayant suivi avec beaucoup de soin la biologie d'*Eulecanium coryli* et de *Sphærolecanium prunastri*, a constaté que *Pachyneuron coccorum* est également parasite ectophage des larves d'Hyménoptères tels que *Blastothrix sericea*, *Aphycus punctipes*, *Microterys lunatus*, *Phænodiscus æneus* et enfin *Microterys Masii* (in *Filippia oleæ*). Dans ces conditions, je pense qu'il y a lieu de considérer que les *Pachyneuron* son tous des parasites secondaires d'Hémiptères (*Coccidæ*, *Aphididæ*) et s'attaquent seulement à des Diptères ou des Hyménoptères. Silvestri paraît partager absolument cette manière de voir.

Je n'ai pu suivre, comme je le désirais, l'évolution complète du *P. cocco-*

(1) Aucun *Lecanium*, à ma connaissance, ne correspond à ce nom spécifique. Il doit s'agir d'un *Lecanium* tel que *corni* ou *coryli*.

(2) J.-C. Faure : Deuxième note sur *Pachyneuron* sp., parasite des pupes de *Syrphus balteatus*. *Revue Path. vég. et Entomol. agr.*, X, 4, 1923.

rum dont Silvestri (1919) a étudié les divers stades. *P. coccorum* se développant aux dépens de *Cryptochætum grandicorne* ne préseute qu'nne seule génération annuelle. C'est dans le courant de septembre que les adultes apparaissent et pondent dans leurs victimes, dont ils sont des parasites internes.

Ce dernier qualificatif ne paraît pas tout à fait exact si *P. coccorum* a une biologie voisine du *P. aphidis* étudié par Faure et cela est fort probable. Rappelons que *P. aphidis* n'est aucunement attiré, pour la ponte, par les larves de Syrphes, quel qu'en soit le stade d'évolution ; ce n'est qu'après la dernière mue larvaire, qui sépare le puparium de la nymphe que le Chalcidien dépose ses

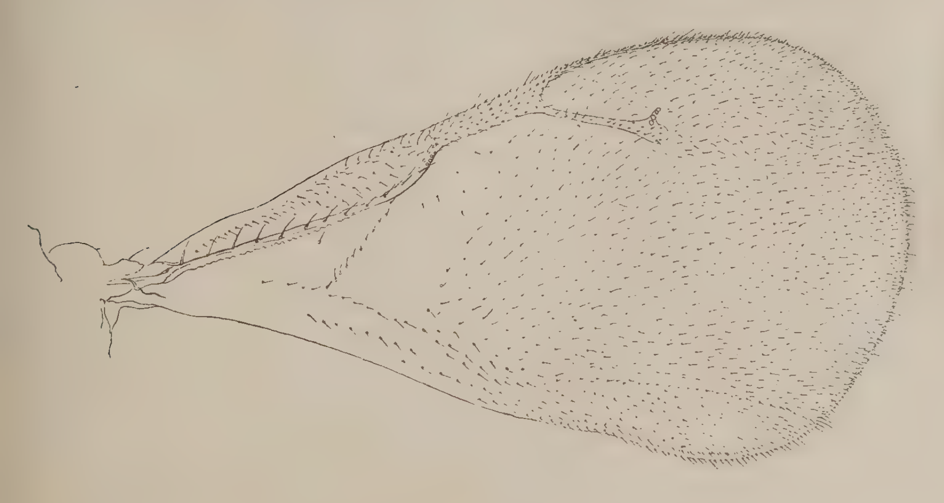


Fig. 22. — Aile de *Pachyneuron coccorum* (Gr = 90).

œufs et ceci pendant toute l'évolution de la nymphe du Syrphe. Les œufs sont placés sur le tégument de celle-ci, en dessous de l'enveloppe pupale. Trois ou quatre jours après, de petites larves en sortent, qui se fixent immédiatement sur la nymphe du Syrphe. Ces larves passent leur vie dans l'espace compris entre le puparium et la nymphe et Faure conclut qu'elles sont donc *véritablement des parasites externes.*

Il est vraisemblable que *P. coccorum* a le même mode de vie : je n'ai observé dans mes élevages le Chalcidien adulte qu'en septembre, c'est-à-dire à une époque où on rencontre soit des *Guerinia* femelles desséchés à côté de leur ponte, soit des *Guerinia* dont les téguments recouvrent les pupes de *Cryptochætum grandicorne.* L'hyménoptère pond dans ces dernières et ses larves sont sans doute fixées sur les nymphes du Diptère.

Conclusion. — Ainsi, à la fin de l'été, dans un lot de *Guerinia serratulæ*, parasité par *C. grandicorne* et hyperparasité par *P. coccorum*, nous rencontrons des enveloppes de pupes de Diptère de deux âges très différents :

a. Les unes encore normales, qui se sont formées quelques jours aupara-

ravant et qui sont destinées, pour certaines d'entre elles, à recevoir la ponte de *Pachyneuron.*

b. Les autres, qui contiennent les *Pachyneuron* prêts à éclore et qui ont permis, depuis l'année précédente, le développement de ces derniers aux dépens de leur contenu.

A la fin de l'hiver et au début du printemps; il peut donc être facile d'établir, approximativement dans un lot donné; le pourcentage de pupes parasitées, en faisant le comptage de celles qui n'ont pas donné naissance au diptère adulte : cinq à six mois après, elles livreront passage au *Pachyneuron.*

Ces quelques données permettent de constater, ainsi que cela a été fait pour le Diptère, le remarquable synchronisme dans le développement des êtres vivants qui constituent un ensemble biologique autour de *Guerinia serratulæ.*

III. CLASSIFICATION DE LA SOUS-FAMILLE DES *MONOPHLEBINÆ*

La sous-famille des *Monophlebinæ* a pu être subdivisée en une vingtaine de genres par divers auteurs. Green (1922) a pensé n'en conserver que huit. L'année suivante (1923), je dressais un tableau dichotomique dans lequel je donnais les caractères de seize genres. Depuis cette époque, j'ai étudié plus de soixante espèces (1), actuellement décrites, et une dizaine qui sont encore en observation. Mes recherches me permettent de supprimer le genre *Palæococcus*, sans toutefois diminuer le nombre des genres, car je me crois obligé de reprendre *Crypticerya* pour les espèces congénériques de *rosæ.*

Pour arriver à préciser une classification, sur des bases solides, des 130 espèces décrites, il faudrait en avoir étudié un plus grand nombre que ce qui m'a été permis de faire. Dans ces conditions, je renonce pour l'instant à dresser un tableau dichotomique de toutes les Monophlébines, mais j'espère apporter dans les pages suivantes, des indications utiles pour que ce travail puisse être entrepris. J'ai déplacé un certain nombre d'espèces des genres où elles avaient été placées, soit par erreur du descripteur (*Aspidoproctus Gowdeyi* Newst., par exemple), soit par un systématicien n'ayant pas eu le matériel en mains. Dans ce dernier cas, il y a lieu de faire entrer toutes les espèces qui ont été incorporées, par les uns ou par les autres, depuis plus de trente ans, dans le genre *Palæococcus.* La question mérite de retenir l'attention.

Valeur du genre *Palaeococcus* Cockerell. — Ce nom de genre a été proposé en 1894, par Cockerell pour remplacer celui de *Leachia* Sign. qui serait préoccupé dans l'embranchement des Mollusques. Aucun renseignement complémentaire n'est donné par l'entomologiste américain et ce n'est qu'ultérieurement que Cockerell dressant la liste des espèces qu'il fait entrer dans

(1) Dans les listes d'espèces, données pour chaque genre dans les pages qui suivent, une croix (+) précède le nom des Coccides que j'ai pu étudier personnellement.

son genre *Palæococcus*, indique, comme type, l'espèce *fuscipennis* Burm. Or, Signoret a créé le genre *Leachia* pour deux espèces, *braziliensis* Walk. et *fuscipennis* Burm., sans indiquer l'une d'elles comme type plus spécialement et même en décrivant *braziliensis* la première (ordre alphabétique, sans doute). Le caractère principal des *Leachia* serait chez les mâles, la présence à l'extrémité du corps, de lobes tuberculeux, par opposition avec d'autres Monophlébines ayant des appendices laciniés à chaque segment abdominal ainsi qu'à l'extrémité. En étudiant les descriptions fournies par Signoret pour *braziliensis* et *fuscipennis*, et les échantillons de *fuscipennis* que j'ai entre les mains, j'ai acquis la certitude que ces deux espèces ne sont pas congénériques. Les caractères fournis pour *braziliensis* (trois cicatrices ventrales chez la femelle, articles des antennes mâles avec seulement deux nodosités, donc deux verticilles) font entrer cette espèce dans le groupe des *Icerya*. Par contre, la description que je donne plus loin de *fuscipennis* montre que les échantillons, reçus à la Station entomologique, ces dernières années, d'Espagne ou de la Gironde, correspondent bien à la description de Signoret et sont des *Monophlebus*, au sens strict.

Dans ces conditions, le nom générique de *Palæococcus* (*Leachia*) n'a plus de raison d'exister. Que faire des espèces qui, depuis 1875, ont été successivement incorporées, — je crois bien, — au petit bonheur, dans ce genre? Ce sont à ma connaissance (1) :

Monophlebus fuscipennis Burm.
Palæococcus bicolor Newst.
Monophlebus braziliensis Walk.
Palæococcus cajani Newst.
P. caudatus Newst.
P. dymocki Frogg.
Icerya ewarti Newst.
Monophlebus hellenicus Genn.
Icerya hempeli Ckll.
Palæococcus morilli Ckll.
Icerya nudata Mask.
Palæococcus pulcher Leon.
Icerya rosæ Riley et How.
I. rosæ, var. *australis* Mask.
I. rosæ var. *mexicana* Ckll et Parr.
Palæococcus tabernicolus Ferris.
P. theobromæ Newst.
Icerya townsendi Ckll.
I. townsendi, var. *pluchеæ* Ckll.

Ferris (1921) a déjà fait entrer dans un genre spécial, *Steatococcus*, les

(1) Je laisse de côté les espèces de *Palæococcus* fossiles : *irregularis* Germ, *pinnatus* Germ, *trivenosus* Germ, *simplex* Scudder.

espèces *morrilli*, *mexicanus* (= *rosæ*, var. *mexicana*), *townsendi*, *tabernicolus* ; Morrison a ajouté *nudatus* et je pense que *caudatus*, *plucheæ*, *theobromæ* et *dymocki* peuvent temporairement être jointes aux précédentes. Morrison (1923) a créé le g. *Auloicerya* pour recevoir *australis*. J'ai déjà montré la place à attribuer à *fuscipennis* (*Monophlebus*) et à *hellenicus* (*Marchalina*). Newstead a pensé devoir créer un genre (*Clypeococcus*) pour *hempeli*. Quant à *pulcher*, il semble être un *Icerya* typique. D'accord avec les suggestions de Ferris, je reprendrai pour *rosæ* le genre *Crypticerya*, en y ajoutant avec quelques doutes, *cajani*, *bicolor*, *braziliensis* (Walker, non Hempel) et *ewarti* (?).

Genera des *Monophlebinæ*. — En 1923, j'ai déjà fourni un *genera* de la sous-famille ; depuis cette époque, j'ai approfondi l'étude de celle-ci et j'ai pensé qu'il y avait intérêt à remanier mon premier travail, suivant les caractères que j'ai nouvellement observés. Sans aucun doute, ma classification a encore des imperfections et il ne faut pas oublier toute la part du conventionnel qui entre dans une telle ébauche (voir à ce sujet, p. 204).

1. Pièces buccales présentes et fonctionnelles chez la femelle adulte................ 2
   Pièces buccales absentes chez la femelle adulte, mais bien développées dans les stades larvaires. Pas de cicatrices ventrales. Antenne de la larve de six articles. Sept paires de stigmates abdominaux.............. **Marchalina** Vayss.
   Type : *hellenica* Gennadius.

2. Antenne larvaire de cinq articles et pas de poils en spatule au mentum........... 3
   Antenne larvaire de six articles et poils en spatule au mentum en général....... 10
3. Sept paires de stigmates abdominaux....................................... 4
   Six paires de stigmates abdominaux ; antenne de onze articles. Tégument chitinisé, soies simples, épines et poils glandulaires......... **Nietnera** Green.
   Type : *pundaluoya* Green.

4. Tégument mou, pas de poils glandulaires ; œufs pondus sous l'abdomen dans un feutrage cotonneux.. 5
   Tégument très fortement épaissi. Robustes épines et poils glandulaires ; antenne de dix articles.. 8
5. Pas de cicatrices ventrales. Antennes de onze articles. Un seul type de pores multiloculaires .... **Monophlebus** Burm.
   (= *Tessarabolus* Montr.)
   Type : *atripennis* Burm.

   Cicatrices ventrales présentes ; antennes de sept à neuf articles................ 6
6. Une seule cicatrice ventrale et un seul type de pores multiloculaires.. **Drosicha** Walker.
   (= *Warajicoccus* Kuwana).
   Type : *contrahens* Walk.

   Nombreuses cicatrices ventrales (plus de trois) et plusieurs tailles de pores multiloculaires.. 7
7. Soies et épines simples ; pores tubulaires triloculaires... **Monophlebulus** Ckll.
   Type : *fuscus* Mask.

Présence de soies à extrémité arrondie et pas de pores tubulaires.. **Nodulicoccus** Morr.
Type : *lævis* Mask.

8. Œufs pondus dans amas cotonneux sous le corps de la femelle. Trois cicatrices ventrales .... **Walkeriana** Sign.
Type : *floriger* Walk.

Présence d'un marsupium et de nombreuses cicatrices ventrales................. 9

9. Clapet sécrété sur l'orifice du marsupium............ **Aspidoproctus** Newst.
(= *Lophococcus* Ckll).
Type : *pertinax* Newst.

Pas de clapet sécrété, mais orifice extérieur du marsupium fermé par deux lèvres charnues latérales proéminentes.................. **Labioproctus** Green.
Type : *polei* Gr.

10. Sept paires de stigmates abdominaux. Pas de soies à collerette sur le tégument... 11
Moins de sept paires de stigmates abdominaux et soies à collerette sur le tégument. 12

11. Tégument mou ; antenne de onze articles ; pas de cicatrices ventrales ; un seul type de glandes.. **Llaveia** Sign.
Type : *axin* Llave.

Tégument épaissi. Un marsupium et un clypeus. Antennes de huit à neuf articles ; trois cicatrices ventrales : pas de poils en spatule.. **Clypeococcus** Newst.
Type : *hempeli* Ckll.

12. Quatre paires de stigmates abdominaux ; onze articles aux antennes. Un seul type de glandes ; cinq cicatrices ventrales, dont trois principales. **Guerinia** Targ.
Type : *serratulæ* Fabr.

Trois paires de stigmates abdominaux ; trois cicatrices ventrales............... 13

13. Marsupium présent 14
Marsupium absent 15

14. Tégument épaissi dorsalement ; orifice du marsupium en fente longitudinale ; antenne de dix ou onze articles........................ **Auloicerya** Morr.
Type : *australis* Mask.

Tégument mou. Orifice du marsupium arrondi. Antennes de onze articles.
Steatococcus Ferris.
Type : *morrilli* Ckll.

15. Tégument chitinisé. Un seul type et une seule taille de glandes. Pas d'ovisac.
Crypticerya Ckll.
Type : *rosæ* R. et How.

Tégument mou. Plusieurs types et plusieurs tailles de glandes. En général un ovisac.. **Icerya** Sign.
Type : *seychellarum* West.

MARCHALINA Vayssière (1923).

Femelle adulte. — Coccides monophlébines présentant l'aspect extérieur classique de la sous-famille. Corps mou. Antenne de onze articles. Appareil buccal absent ou, si présent, complètement atrophié et non fonctionnel. Sept paires de stigmates abdominaux. Structure cuticulaire comprenant seulement un seul type et une seule taille de pores multiloculaires, des soies simples de diverses tailles, pas de soie à collerette, ni d'épine. Pas de marsurpium, ni d'ovisac : œufs déposés sous le corps dans un feutrage cotonneux plus ou moins serré.

Premier stade larvaire. — Antenne de six articles. Appareil buccal particulièrement bien développé : mentum trimère. Structure cuticulaire semblable à celle de l'adulte, sauf existence à la partie postérieure du corps de courtes épines robustes triangulaires caractéristiques.

Type : (*Monophlebus*) *hellenicus* Genn.

Observations. — Depuis l'érection de ce genre, Ferris [1925] a décrit une Monophlebine du Mexique, sous le nom de *Marchalina azteca* qui a été récolté sur *Pinus teocote*. Cette nouvelle espèce est bien distincte de l'espèce européenne et vit, comme cette dernière, aux dépens des Pins.

MARCHALINA HELLENICA Genn.

Gennadius. — *Bull. Soc. Ent. Fr.* (6) III, 1883.

Femelle adulte. — Longueur : 7^{mm},5 ; largeur : 3 millimètres.

Corps légèrement ovalaire, arrondi dorsalement, face dorsale plate. Coloration générale jaune citron, masquée en général par une sécrétion cotonneuse blanche. Yeux bien développés. Antennes de onze articles : 1, 2, 3, 4, 5, 6 sont plus larges que longs ; 7, 8, 9, sont aussi larges que longs enfin 10 et surtout 11, plus longs que larges. Formule : 1, 2, 11, (3, 6, 7, 8, 9, 10), (4, 5). Sur chacun des articles, sauf le premier, en dehors des soies normales, on trouve un poil en général courbé de plus grand diamètre que ces dernières et dont la robustesse augmente jusqu'au dernier article où, d'autre part on en trouve un second qui est terminal. Ces poils sont toujours sur le côté externe des antennes. Le pore sensoriel entre les 2e et 3e articles est bien visible. Il n'y a pas d'appareil buccal. Les vestiges qui en marquent l'emplacement consistent en une sorte de cicatrice longitudinale, sur la face ventrale, de chaque côté du corps à proximité des points d'insertion des pattes de la première paire.

Toutefois sur un seul exemplaire âgé (contenant des embryons dans son

abdomen), un mentum atrophié et non fonctionnel existe encore, mais n'est accompagné par aucune autre pièce buccale (1) (fig. 28, I).

Les pattes sont relativement courtes et trapues : les fémurs sont très larges ; les tibias et les tarses ont sensiblement la même longueur, mais les premiers sont plus robustes. Les griffes bien développées ont une paire de digitules simples. Enfin le trochanter possède quatre organes sensoriels sur chaque face et une très longue soie (= trochanter + fémur) sur son bord externe.

Les quatre stigmates thoraciques sont de taille égale, devant l'orifice de chacun, il y a un groupe d'une douzaine de glandes multiloculaires identiques à celles rencontrées sur le reste du tégument. Les stigmates abdominaux sont au nombre de sept paires, disposés très nettement à la partie supérieure de chaque segment, du 1er au 7e. Ces organes sont très développés et, de chacun d'eux, part, après un rétrécissement, un tronc trachéen de gros diamètre.

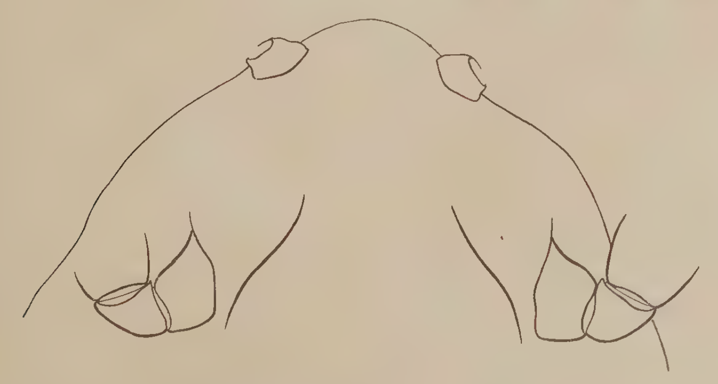


Fig. 23. — *Marchalina hellenica.* Femelle adulte : face ventrale de la partie antérieure du corps ; remarquer l'absence totale d'appareil buccal.

Le revêtement cuticulaire est à peu près uniforme sur tout le corps : il comprend essentiellement des soies spinuleuses qui sont, soit munies d'une pièce basilaire (P), soit d'un anneau chitineux (N). Ce sont les éléments les plus nombreux sur le tégument. Sur le pourtour du corps, surtout à la partie postérieure, sont de longues soies (M), sans collerette avec une pièce basilaire bien développée. Enfin, entre ces soies sont des pores multiloculaires, tous du même type et de même taille. Toutefois, ces orifices se présentent sous des aspects différents, (A, B, C, D,) qui pourraient donner à penser que l'on est en présence de plusieurs sortes de glandes (fig. 24). Une étude attentive de tout le tégument et surtout de celui des stades larvaires permet d'établir tous les passages entre ces organes sécréteurs et de conclure à leur identité. Les différences d'aspect pro-

(1) *In* coll. E. E. Green, ex. coll. Station enom. de Paris.

viennent uniquement d'une confusion plus ou moins grande des minces cloi-

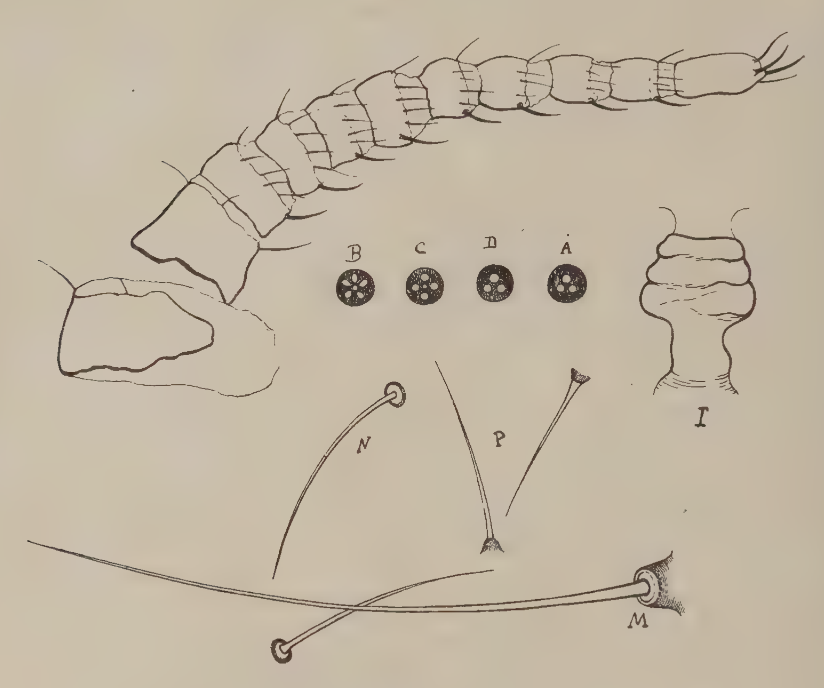


Fig. 24. — *Marchalina hellenica.* Femelle adulte : antenne (Gr = 100) ; I, stigmate abdominal (Gr = 360) ; ornements du derme (Gr = 666).

sons des petits orifices (1) qui disparaissent dans la teinte générale, tandis que ressortent d'une manière plus nette les orifices principaux.

Oeuf. — Jaune, ovalaire.

Premier stade larvaire. — Longueur : 1 millimètre ; largeur $0^{mm},5$. A une forme générale allongée. Antenne de six articles dont le plus long est le 6e sur lequel sont insérés deux forts poils. A la base du 3e article, l'organe sensoriel est très développé. Le mentum est trimère, son article terminal étant très allongé en pointe ; les filaments rostraux sont très longs (trois fois au moins la longueur totale du corps) et très puissants.

Les pattes sont robustes, les articles ne présentent pas de fortes épines sur leur bord intérieur. Deux organes sensoriels sur chaque côté du trochanter. Les quatre stigmates thoraciques sont égaux entre eux ; les sept paires de stigmates abdominaux sont bien visibles.

Surle tégument, un seul type de glande en rosace avec quatre à dix loges

(1) Il ne faut pas oublier que, selon Berlese, les orifices des glandes des Coccides ne communiquent pas directement avec l'extérieur. Ils sont recouverts d'une fine membrane, à travers laquelle exsude la sécrétion des cellules de la glande et qui est susceptible de masquer, à nos yeux, plus ou moins complètement les lumières des pores.

extérieures (perles), et un orifice central pas toujours bien délimité. Entre ces glandes, en nombre sensiblement égal, sont des soies simples plus ou moins

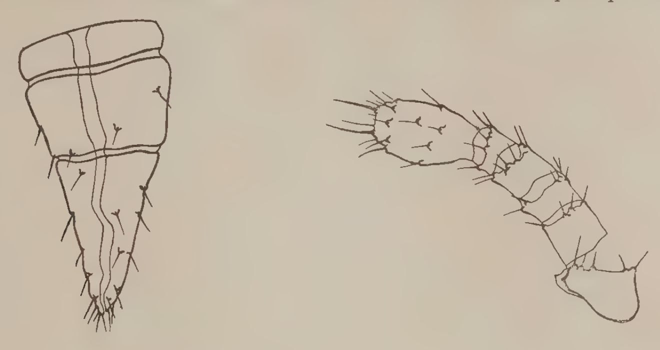


Fig. 25. — *Marchalina hellenica.* Premier stade larvaire : mentum et antenne (Gr = 235).

spinuleuses. Ces ornements sont sans ordre apparent sur la partie antérieure du corps; sur les segments abdominaux, ils sont assez bien groupés : les glandes

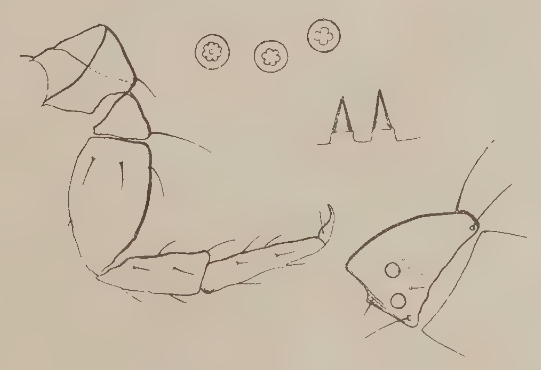


Fig. 26. — *Marchalina hellenica.* Premier stade larvaire : patte (Gr = 210) ; trochanter (Gr = 400) ; ornements du derme (Gr = 750).

et les soies spinuleuses sur deux rangées transversales entre lesquelles est une rangée de soies un peu plus longues.

A la partie postérieure du corps, sur la face dorsale, se trouve l'orifice anal entouré d'une area riche en glandes et soies et surtout en petits piquants, robustes, dont on voit quelques exemplaires sur les bords des deux derniers segments abdominaux. Ces piquants n'existent pas chez la femelle adulte.

D e u x i è m e   s t a d e   l a r v a i r e. — Longueur : $2^{mm},5$; largeur : 1 milimètre. L'antenne est toujours avec six articles, mais elle est beaucoup plus trapue que dans le premier stade. Les pattes sont également plus robustes et sont remarquables par les fémurs larges et courts. Le tégument est très riche en soies simples et spinuleuses (M, N, P) entre lesquelles des glandes, toujours du même type (A) ; il y a à peine une glande pour une dizaine de soies. La

délimitation des segments abdominaux est encore très nette, grâce à l'absence complète de soies et glandes dans les parties articulaires intersegmentaires. La région anale est très riche en soies (M, N, P, Q) en glandes et en piquants (R)

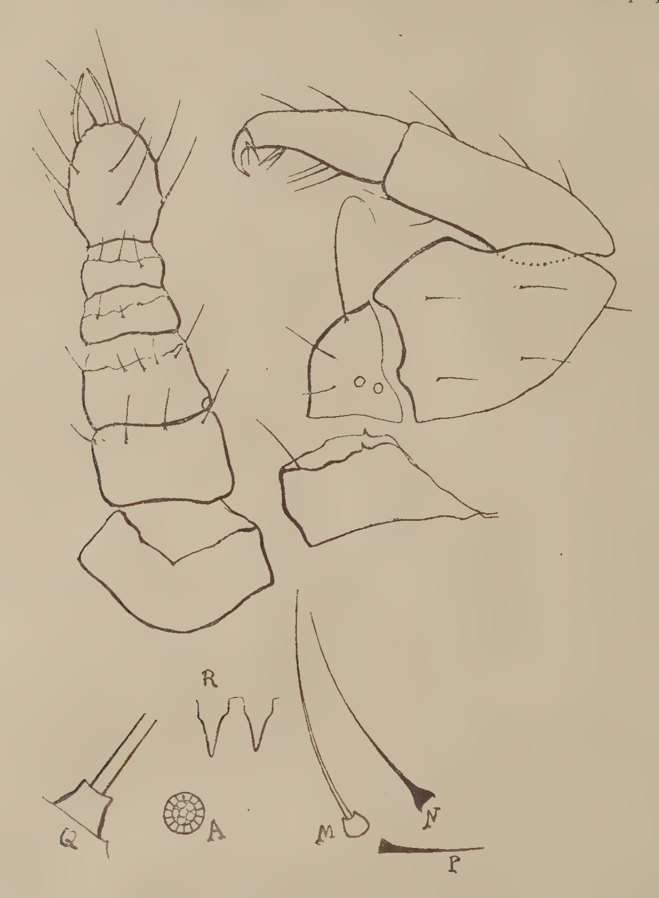


Fig. 27. — *Marchalina hellenica.* Deuxième stade larvaire : antenne (Gr = 210) ; patte (Gr = 210) ; ornements du derme (Gr = 750).

dont on retrouve un petit nombre sur les côtés des segments abdominaux jusqu'à la 4e paire de stigmates.

T o i s i è m e s t a d e l a r v a i r e. — Longueur : 5 millimètres ; largeur : 3mm,5. Les antennes ont neuf articles, les gros poils courbés, rencontrés chez l'adulte sont bien visibles ici. Les pattes sont encore très robustes ; les trochanters ont trois organes sensoriels de chaque côté.

Le revêtement cuticulaire est le même que celui observé dans le 2e stade mais il est beaucoup plus riche en soies spinuleuses (N et P) et en glandes ; sur les segments abdominaux, les petits piquants (R) sont très abondants, au milieu des autres ornements.

Biologie. — Cette cochenille vit exclusivement sur des *Pinus*, *P. sylvestris* et *P. halepensis*. La ponte s'effectue de préférence dans des anfractuosités de l'écorce. La femelle, qui ne s'alimente plus, dépose ses œufs dans un amas cotonneux, sorte de sac ovigère où on peut compter 250 à 280 de ces derniers.

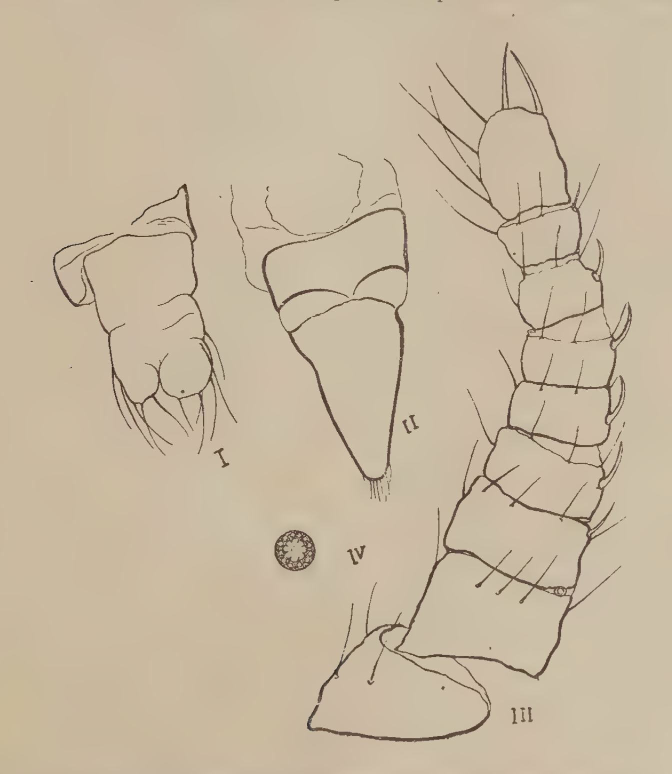


Fig. 28. — *Marchalina hellenica* : I, mentum atrophié chez une femelle adulte (dessin GREEN) ; II, mentum du troisième stade larvaire (Gr = 220) ; III, antenne du troisième stade larvaire (Gr = 196) ; IV, une glande du tégument du troisième stade (Gr = 666).

Ceux-ci sont très sensibles à l'action des agents extérieurs. De diverses expériences entreprises par SUREYA, il résulte que les œufs doivent, pour éclore, ne pas avoir été soumis à la lumière ou à l'air. Dès leur sortie, les larves sont très mobiles et vont se fixer sur les jeunes écorces des branches, protégées par le rhytidome : on les trouve là souvent groupées par 200-250 individus. Si les écorces mortes sont enlevées, les larves émigrent sous un autre abri. Dans la région de Constantinople, les trois mues successives s'opéreraient respectivement fin juillet, début septembre et enfin entre les 15 et 20 octobre. A cette époque, les femelles quittent les points où elles s'alimentaient et elles émigrent vers le tronc où elles s'enfoncent sous les écorces. Nous assistons avec cette espèce à une migration comparable à celle de *Guerinia serratulæ*, avec la seule différence que *M. hellenica* ne quitte pas son hôte ou plus exactement s'alimente

et s'abrite sur un Pin. La cochenille exsude par son anus une quantité abondante de matière sucrée qui se répand sur l'arbre et sur le sol où se développe en abondance une fumagine, *Capnodium pini*. Plusieurs insectes, des Fourmis, des Abeilles même, seraient très friands de ce miellat.

Il faut ajouter que *Marchalina hellenica* est susceptible de se développer sous terre sur les racines qui se trouvent dans les couches superficielles du sol.

La multiplication de la cochenille sur les Pins entraîne un affaiblissement suffisant pour favoriser l'envahissement des arbres par *Myelophilus piniperda*.

Ennemis. — I. *Leucopis* sp. — La larve est un ennemi redoutable de *M. hellenica* dans les environs de Constantinople. On la rencontre, dans les sacs ovigères où elle se nourrit aux dépens des œufs et plus tard, elle est susceptible de se fixer aux jeunes Monophlébines, au niveau des sternites thoraciques. Ce Diptère aurait plusieurs générations chaque année.

II. Un petit microlépidoptère serait également un précieux auxiliaire qui limiterait la multiplication de *M. hellenica*.

III. *Dasytes flavipes* F. — Les larves de ce coléoptère, bien connues depuis Perris pour leur voracité, s'attaqueraient aux cochenilles sous les rhytidomes et on les rencontrerait souvent dans les amas d'œufs de la cochenille.

Observations. — L'étude de cet insecte a été faite d'après les échantillons en collection à la Station entomologique de Paris :

a. Sur *Pinus halepensis* de Constantinople, récolté par Maire, février 1907 ; de Tatoï (Décelle, Grèce), récolté par Maire en mai 1908 et par Viala en juin 1914. Dans la magnifique pineraie de Tatoï, en Grèce, elle recouvre certaines années l'écorce des arbres par sa substance cireuse blanche, comme d'un manteau de neige.

b. Sur *Pinus sylvestris*, récolté de 1918 à 1924 en divers points de la Turquie, en particulier dans les environs de Constantinople (île des Princes), aux Dardanelles (Coez-Dagi), au bord de la mer Egée jusqu'à Adalia.

Les détails biologiques que j'ai fournis ci-dessus m'ont été communiqués par mon excellent ami, M. Sureya, auquel je suis heureux d'adresser ici mes bien sincères remerciements.

MONOPHLEBUS Burmeister (1835).

Insectes *Monophlebinæ* à tégument peu chitinisé. Antennes normalement de onze articles. Sept paires de stigmates abdominaux. Œufs pondus sous l'abdomen dans un feutrage cotonneux. Derme garni de pores multiloculaires d'une seule taille et de fines soies simples. Pas de soies à collerette, ni de poils glandulaires, ni d'épines, ni de poils en spatule au menton.

Antenne de la larve de cinq articles.

Mâle avec antenne de dix articles dont les articles de trois à dix sont trinoduleux. Nombre de processus charnus de l'abdomen variable suivant les espèces.

Genre non signalé sur le continent américain.

TYPE : *atripennis* Burm.

Espèces du genre :

africanus Newst., sur « Knibes-Pflanze », Afrique du Sud ;
atripennis Burm. (♂) Java ;
burmeisteri Westw (non Maskell) (♂) ;
dubius Fab. (♂) Sumatra ;
ficus Laing (non descr.) ;
fortis Ckll sur Eucalyptus. Natal ;
fulleri Ckll sur *Cynodon* sp. et herbe indét. Afrique du Sud ;
furcatus Green (♂) Ceylan ;
+ *fuscipennis* Burm. sur *Pinus*, *Quercus*, Acer, Europe. ;
guerini Montr. sur *Melaleucà*, Fougères. Nouvelle-Calédonie ;
hirculus Green (♂) Ceylan ;
+ *hirtus* Brain sur *Pinus canariensis*. Afrique du Sud ;
illigeri Westw. (♂) Tasmanie ;
pallidus Newst (♂) Killimandjaro ;
quadricaudatus Green (♂) Ceylan ;
raddoni Westw. (♂) Afrique occidentale ;
sjöstedti Newst. Kilimandjaro ;
+ *suædæ* Vayss. sur *Suæda priunosa*. Tunisie ;
+ *tamarindus* Green sur « Tamarind ». Indes ;
tectonæ Green sur *Tectona grandis*. Indes.

MONOPHLEBUS FUSCIPENNIS BURMEISTER.

BURMEISTER, *Handb. Entom.* II, p. 80, 1835.
SIGNORET, *Ann. Soc. Ent. Fr.*, V, 1875.

Femelle adulte. — *Caractères macroscopiques.* Longueur : 6 millimètres ; largeur : $2^{mm},5$ à 3 millimètres. Corps svelte, peu bombé, de couleur jaune rougeâtre (échantillon en alcool). Segmentation nette, tant dorsale que ventrale. Yeux noirs proéminents. Antennes et pattes foncées, surtout ces dernières. Orifice anal au centre d'une area très apparente foncée à la partie postérieure de la face dorsale. La fente génitale bien visible entre les 7e et 8e segments abdominaux. Appareil buccal très faiblement chitinisé, sans soies rostrales, situé entre les points d'insertion des deux pattes de la 1re paire.

Caractères microscopiques. — Antennes de onze articles, mais, dans certains exemplaires, la scission entre les 10e et 11e articles n'est pas complète.

Formule : 11, (1, 2, 3 , 7), (6, 8), 5, 9, 10, 4.

L'organe sensoriel de l'antenne est présent sur la membrane entre le 2e et 3e article.

Pattes robustes normales. Sur chaque côté du trochanter, quatre organes

sensoriels sont présents. Sur ce même article, au niveau du quart inférieur, une longue soie. Le crochet est muni de trois petites denticulations à sa face interne et possède une paire de digitules simples.

Sur la face dorsale, l'orifice anal apparaît comme un cercle chitineux où

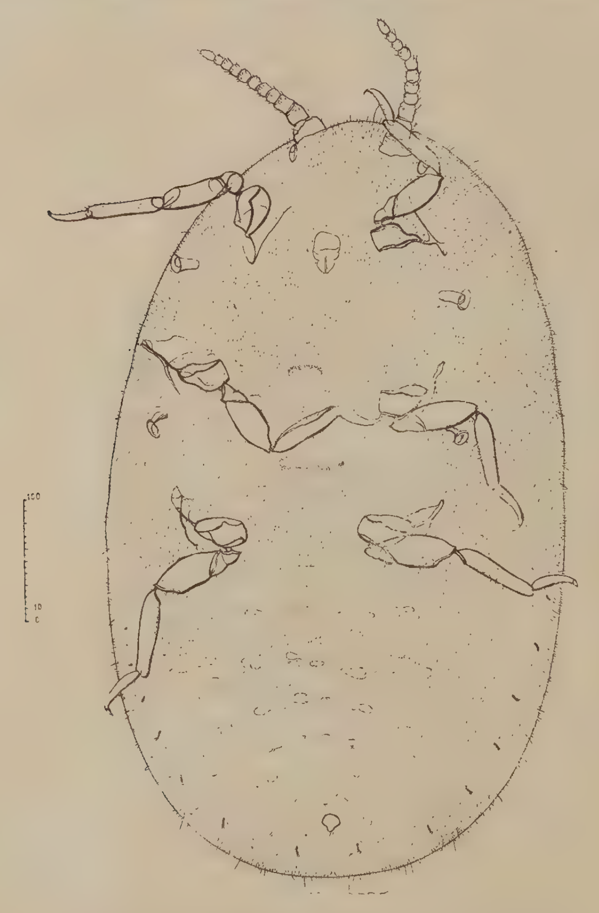


Fig. 29. — *Monophlebus fuscipennis*. Femelle adulte (Gr = 18).

aboutit un tube anal légèrement chitinisé, mais sans aucun ornement interne. Sur la face opposée, la fente génitale, de surface beaucoup plus grande que l'orifice anal (deux à trois fois) est limitée par de minces lèvres chitinisées. Absence complète des cicatrices ou cercles chitineux qui existent à la face ventrale chez les Monophlébines du groupe *Icerya*. Deux paires de stigmates thoraciques normaux et sept paires de stigmates abdominaux dorsaux. Ces derniers présentent, comme chez un grand nombre d'espèces de Monophlébines, deux parties dont la plus interne est fortement chitinisée.

Le tégument, tant dorsal que ventral, est ornementé d'un très grand

nombre de soies simples spinuleuses, parmi lesquelles des glandes circulaires, de grand diamètre, en quantité beaucoup moindre. Ces glandes, toutes sem-

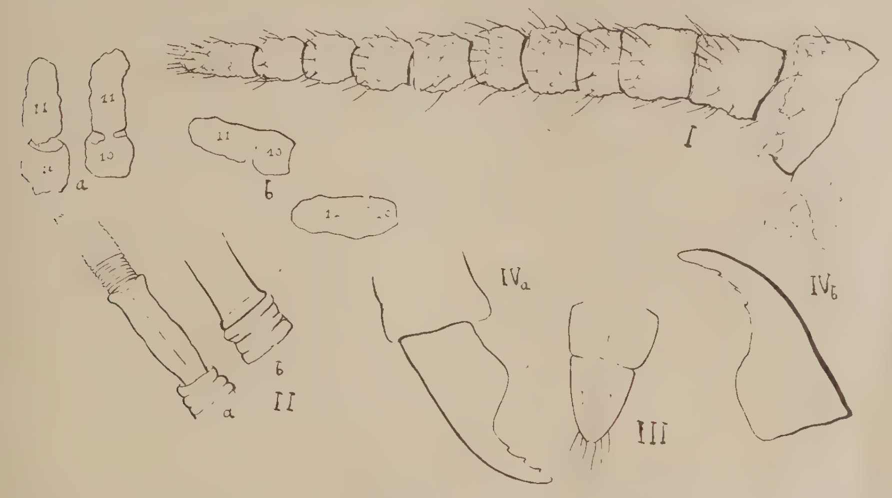


Fig. 30. — *Monophlebus fuscipennis.* Femelle adulte : I, antenne (Gr = 90); en *a* et *b*, les articles terminaux des deux antennes chez deux individus (Gr = 90); II, stigmates abdominaux (Gr = 360), d'un échantillon d'Espagne en *a* et de Gironde en *b* ; III, mentum (Gr = 100) ; IV, crochet d'un échantillon d'Espagne en *a* et de Gironde en *b* (Gr = 360).

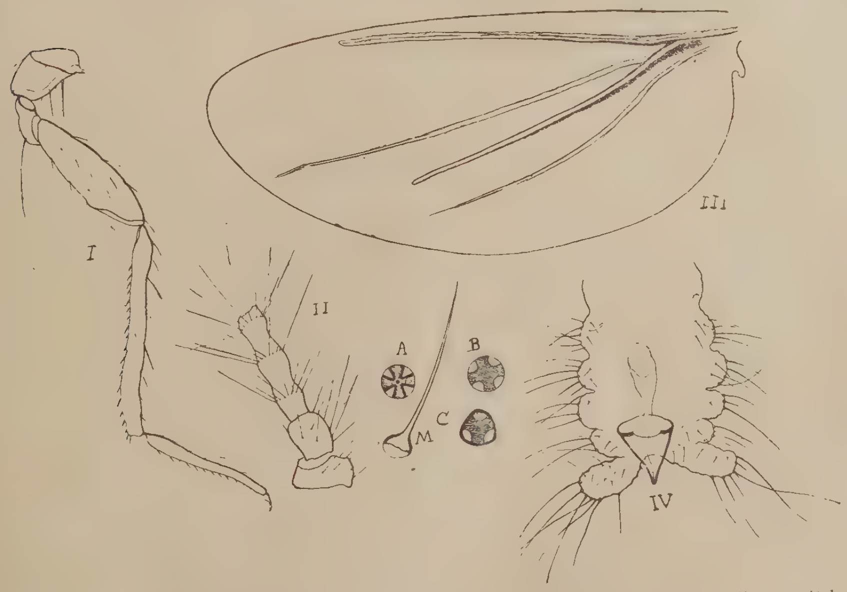


Fig. 31. — *Monophlebus fuscipennis.* Mâle adulte : I, patte ; II, base de l'antenne (trois articles) III, aile ; IV, extrémité de l'abdomen (Gr = 38) ; A, B, C, M, ornements du derme (Gr = 500).

blables au point de vue anatomique se présentent en plan sous divers aspects, deux en particulier (fig. 32).

Sur le pourtour du corps, surtout à la partie postérieure, de longues soies, toujours sans collerette, viennent se mélanger aux autres productions dermiques.

Mâle adulte. — Longueur : 3 millimètres. Antenne incomplète : article 1 et 2 simples et courts, 3 long et trinoduleux. L'extrémité de l'abdomen est prolongé par deux appendices charnus, très riches en soies toutes du même type (M) qu'elle qu'en soit la longueur.

De chaque côté du corps, les segments de l'abdomen, au nombre de sept,

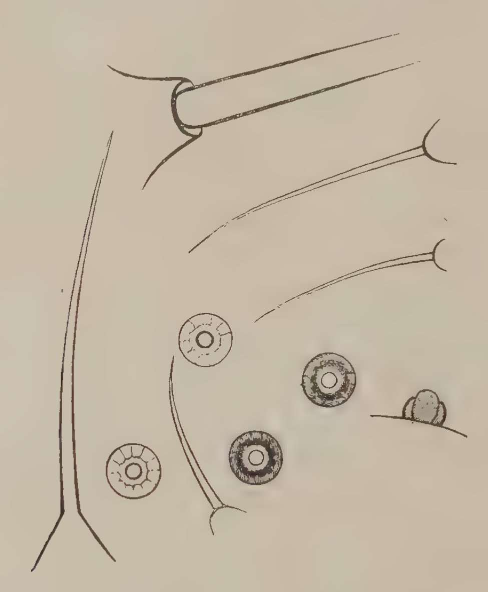


Fig. 32. — *Monophlebus fuscipennis.* Femelle adulte : ornements du derme (Gr = 666).

forment des tubercules massifs ornés, chacun, d'une dizaine de soies.

L'armature genitale est bien visible entre les deux prolongements post-abdominaux.

Le revêtement cuticulaire du corps, en dehors des soies simples (M) éparses sur le corps, est constitué par un type particulier de glandes (A, B, C) tout à fait différent d'aspect par rapport aux glandes observées dans la série femelle. Ces organes secréteurs sont peu nombreux et sont groupés avec les soies, le long d'une bande transversale sur chaque segment.

Observations. — L'étude précédente a été faite d'après des échantillons qui m'ont été adressés d'Espagne par M. C. Bolivar y Pieltain et qui avaient été récoltés sur *Pinus sylvestris* à San Rafael (Segovia) en 1923. Ces derniers mois, j'ai également reçu un exemplaire de femelle adulte recueilli à Villenave-d'Ornon (Gironde) sur la même essence par M. Tempère, préparateur à la Station entomologique de Bordeaux. Tous les caractères microscopiques me permettent de conclure qu'il s'agit, dans les deux cas, d'une seule et même

espèce. Ceci a une assez grande importance au point de vue systématique ; j'y faisais déjà allusion en 1923 (VAYSSIÈRE, p. 429, en note). En effet, cette espèce a été décrite, très imparfaitement par BURMEISTER, sous le nom de *Monophlebus fuscipennis* d'après des échantillons récoltés dans la région de Berlin, sur « Chênes, Pins et Erables ». En 1875, SIGNORET, sur des exemplaires reçus de Mont-de-Marsan et recueillis sur Pin, fournit une description suffisante pour être de quelque utilité. Il rapproche cette espèce d'une autre, précédemment décrite par WALKER sous le nom de *Monophlebus braziliensis* et crée, pour elles deux, un nouveau genre *Leachia*. Ce dernier nom, comme nous l'avons vu précédemment, a été remplacé par COCKERELL par *Palæococcus*, genre auquel on donne *fuscipennis* comme seul type, bien que SIGNORET ait mis *braziliensis* immédiatement après la diagnose générique.

Or, nous venons de voir que les caractéristiques tant de la femelle que du mâle, de *fuscipennis* ne permettent pas de séparer cette espèce des *Monophlebus* typiques, tels que je les ai caractérisés ces dernières années. Je ne sais où les types de BURMEISTER peuvent être consultés, à Berlin sans doute ; il serait utile de pouvoir les comparer avec la description de SIGNORET et avec mes échantillons du sud de l'Europe. La collection du British Museum Natural History possède, non montés en préparation, sous le n° 155, une femelle de *Monophlebus* (*fuscipennis*) et deux mâles, adressés par H. T. H. TETENS, Dreisestrasse 21, Berlin, en 1894.

MONOPHLEBUS SUÆDÆ VAYSSIÈRE.

VAYSSIÈRE, *Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 2, 1924.

Je rappellerai les caractères fournis dans la diagnose originale, en y ajoutant quelques détails et figures.

Femelle adulte. — Corps mou du même type que les *Monophlebus* connus. Longueur : 7 millimètres ; largeur : 4 millimètres ; épaisseur à peine $1^{mm},5$. Couleur générale jaune orange avec des bandes foncées limitant les diverses parties du corps ; pattes et antennes noires.

Caractères microscopiques. — Yeux bien développés. Antennes de onze articles dont le 5e est le plus petit. Pattes robustes avec une paire de fortes épines au crochet, à la place des digitules.

Appareil buccal bien développé, le mentum dimère. Sept paires de stigmates abdominaux très apparents.

D'une façon générale, tégument couvert de soies (M), très nombreuses, simples (sans collerette), plutôt robustes, entre lesquelles sont de très rares glandes circulaires (A), toutes de même taille, du type étoilé comme chez *M. phyllanthi*, tel que le signale GREEN. Ces glandes sont plus nombreuses dans la région abdominale entourant la vulve.

Troisième stade larvaire. — Aspect extérieur de la femelle

adulte. Antenne de neuf articles dont les 4e et 5e sont les plus petits. La différence essentielle entre ce stade et la femelle adulte réside dans le fait que sur



Fig. 33. — *Monophlebus suedæ.* Femelle adulte : ornements du derme (Gr = 640).

la face dorsale les soies sont remplacées par des sortes de poils (T) à peu près cylindriques sur toute leur longueur et dont l'extrémité apicale est obtuse. Ces poils sont groupés très étroitement surtout sur la partie médiane de chaque segment formant des bandes continues d'un bord à l'autre du corps. Quelques glandes circulaires étoilées, identiques à celles de l'adulte disséminées sur tout le tégument mais plus nombreuses à l'extérieur des bandes de poils cylindriques. Ventralement, ces bandes de poils se prolongent par des bandes très étroites formées par des soies fines (S) et des glandes circulaires.

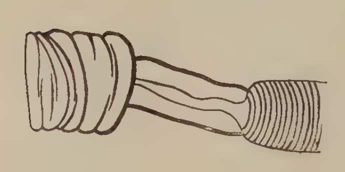


Fig. 34. — *Monophlebus suedæ.* Femelle adulte : stigmate abdominal (Gr = 800).

Adulte mâle. — Longueur : 3 millimètres ; envergure : 6 millimètres.

Les appendices (pattes et antennes) sont noirs avec des poils fauve clair. Yeux moruliformes noirs. Prothorax et abdomen rouge. Mésothorax, fortement chitinisé noir avec une fovéole médiane rouge. Deux courts prolonge-

ments postabdominaux charnus avec de fines soies éparses sur leur longueur. Ailes avec une bande rouge externe (Pl. II, fig. 3).

Antennes de dix articles : les deux premiers étant très courts ; les articles de 3 à 10, non nettement trinodulés garnis de poils sur toute leur longueur, avec

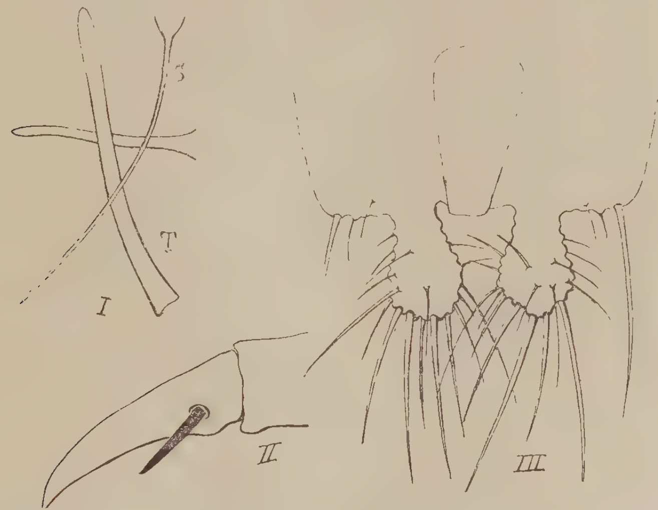


Fig. 35. — *Monophlebus suedæ*. En I, éléments dermiques caractéristiques du troisième stade larvaire (Gr = 666) ; II, crochet de la patte du mâle (Gr = 360) ; III, extrémité de l'abdomen du mâle (Gr = 100).

trois soies recourbées robustes à leur extrémité distale. Comme chez la femelle, les digitules des crochets sont remplacées par de fortes épines.

Œuf. — De $0^{mm},5$ de long, régulièrement ovoïde, de couleur rouge uniforme.

Habitat. — Cette Monophlébine a été récoltée en avril 1923, par M. le professeur L. SEURAT, dans l'îlot Djilli, inhabité au sud de l'île de Djerba, mer de Bougrara (Tunisie). Elle vivait aux dépens de *Suæda pruinosa* Lange. J'ai pu obtenir au laboratoire, l'éclosion des mâles et la ponte des femelles.

Types : in coll. de la Station entomologique de Paris.

DROSICHA WALKER (1858).

Warajicoccus Kuwana 1922.

Adulte femelle avec antennes normalement de huit articles (parfois neuf). Pas d'ovisac véritable ; œufs pondus dans un feutrage cotonneux sous l'abdomen. Pas de marsupium. Sept paires de stigmates abdominaux. Tégument mou, garni d'épines et de soies simples de tailles diverses et de pores multiloculaires d'une seule taille. Pas de tube anal quel que soit le stade étudié. Larve avec antennes de cinq articles.

Type : *D. contrahens*, Walk.

Notes. — La plupart des espèces ont été étudiées et discutées tout particulièrement par GREEN [1923], KUWANA [1902 et 1922] et MORRISON [1920].

Espèces du genre :

contrahens Walk., Chine ;
+ *corpulentus* Kuw., polyphage, Japon ;
+ *dalbergiæ* Green, sur *Dalbergia sissoo*, Indes ;
howardi Kuw, polyphage, Japon ;
maskelli Ckll. (= *Burmeisteri* Mask, non Westw.) polyphage, Japon ;
+ *octocaudata*, Green, polyphage, Indes ;
palavanica Ckll. Philippines ;
+ *phyllanthi* Green, polyphage, Ceylan ; Indes anglaises ;
pinicola Kuw., sur *Pinus* divers. Japon ;
townsendi Ckll (= *lichenoïdes*, *benguetensis*), polyphage, Philippines ;
+ *stebbingi* Green, sur *Shorea robusta*, Indes.

DROSICHA DALBERGIAE GREEN.

GREEN. — *Dep. Notes Ins. For.*, 1902.

Femelle adulte. — Dimensions : longueur 8^{mm},5, largeur 4^{mm},75, l'insecte a huit articles aux antennes, les pattes sont très puissantes, les stigmates abdominaux bien développés sont au nombre de sept paires.



Fig. 36. — *Drosicha dalbergiæ*. Femelle adulte : antenne et patte.

L'orifice anal et l'area voisine sont visibles à la face dorsale, grâce à de nombreuses glandes et soies. Il en est de même pour l'orifice génital sur la face ventrale.

Un seul type de glande sur tout le tégument, l'aspect change avec la mise au point (A). Sur la face dorsale, ces orifices sont accompagnés de petites soies simples (M), celles-ci sont plus longues sur la face ventrale (P) et enfin de beaucoup plus longues (N), s'ajoutent à ces dernières de loin en loin, sur le pourtour du corps. Dans cette région, irrégulièrement distribués me sont appa-

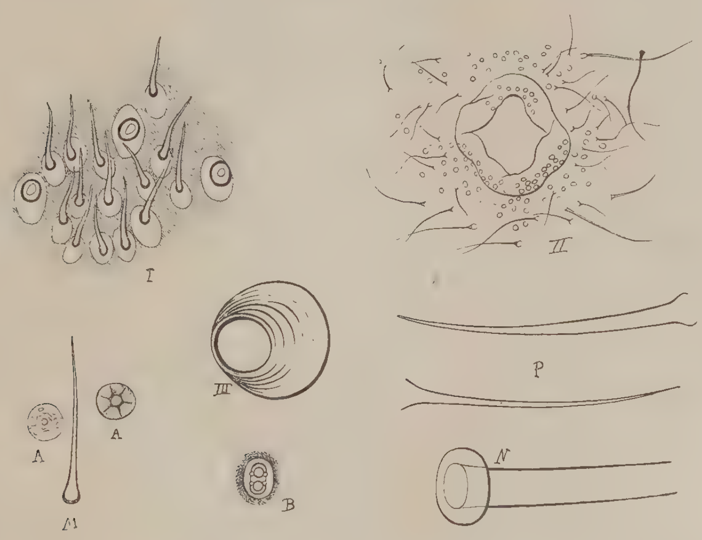


Fig. 37. — *Drosicha dalbergiæ*. Femelle adulte : I, portion du tégument dorsal (Gr = 270) ; II, orifice anal et area voisine (Gr = 75) ; III, stigmate abdominal (Gr = 270) ; ornements du derme (Gr = 500).

rus d'autres orifices glandulaires (B) qui ne sont peut-être qu'un troisième aspect (vue de trois quarts par exemple) du type ordinaire du tégument, la préparation en ces points n'étant pas assez comprimée.

Enfin, à chaque soie ou à chaque orifice glandulaire, correspond une auréole claire de forme irrégulière, qui est due à un amincissement de la chitine en ces points.

Green n'a représenté que l'abdomen du mâle et le balancier de l'aile de ce dernier.

Étude microscopique, d'après une préparation en communication de E.-E. Green, Paresnatte, W. Bengale, Indes. Coll. Ind. Mus. 88, in coll. Green.

WALKERIANA Signoret (1876)

Coccides *Monophlebinæ* en général de grande taille et fortement convexe. Tégument dorsal avec des séries symétriques, robustes, et compactes de processus cassants qui sont d'une consistance crayeuse plutôt que cireuse. Présence de filaments vitreux ou soyeux, entre ces processus, chez certains espèces.

Œufs pondus sous le corps de la femelle dans un amas cotonneux.

Dix articles aux antennes de la femelle adulte. Sept paires de stigmates abdominaux. En général, trois cicatrices ventrales en arrière de la fente génitale.

Tégument garni de soies simples, de soies à collerette, d'épines, de poils glandulaires, de pores simples et multiloculaires de plusieurs tailles ; en particulier, existence de groupes, rangés symétriquement à la surface du dos et latéralement, de pores à orifices quadriloculaires.

Larves à cinq articles aux antennes et avec le corps couvert de très longs filaments vitreux ou soyeux.

Type : *W. floriger*, Walk.

Espèces du genre :

africana Newst sur herbe, Kilimandjaro ;
+ *andreæ* Green, Congo ;
+ *compacta* Green, Ceylan ;
+ *digitifrons* Newst sur *Baikea eminii*, Uganda.
floriger Walker sur *Litsea zeylanica et Grevillea*, Ceylan.
+ *ovilla* Green sur *Eugenia subavenis et Michelia nilagirica*, Ceylan ;
senex Green sur *Dodonœa viscosa*, Ceylan ;

WALKERIANA ANDREÆ Green.

E.-E. Green, *Ann. Mag. N. H.*, Ser, 7, III, janv. 1899.

Tous les caractères extérieurs ont été donnés par E.-E. Green. Je compléterai seulement la description de ce dernier par quelques détails sur l'ornementation du tégument (Pl. IV, fig. 3).

Ce dernier dans la région marginale a une bande longitudinale de chaque côté d'environ quatorze îlots, constitués chacun d'un groupe serré de poils glandulaires (M) entouré par quelques cercles de glandes quadriloculaires (B), qui sont en moins grand nombre que les poils. Sur le reste du tégument dorsal, on rencontre surtout des soies simples (N) et des grosses glandes multiloculaires (C) mélangées à quelques glandes quadriloculaires (B). L'area anale est très riche en glandes (C), accompagnées de longues soies robustes (R). Sur la face ventrale, le tégument est garni de glandes multiloculaires (C), mélangées avec des longues soies à collerette (P) et des petits poils spinuleux (N).

Sur le pourtour du corps, on trouve de nombreux îlots pilo-glandulaires rappelant ceux déjà signalés sur le bord marginal dorsal. Ils s'en distinguent essentiellement par l'addition, au centre de chacun, d'un groupe de glandes particulières (A), qui est entouré par les poils glandulaires étant, eux-mêmes, à l'extérieur circonscrits par des glandes quadriloculaires. Ce sont tous ces îlots, riches en glandes spéciales, qui sécrètent la matière calcairo-cireuse des nombreux ornements qui agrémentent le pourtour du corps.

Je note enfin que je n'ai pu déceller sur l'exemplaire étudié, non coloré, la présence et le nombre de stigmates abdominaux.

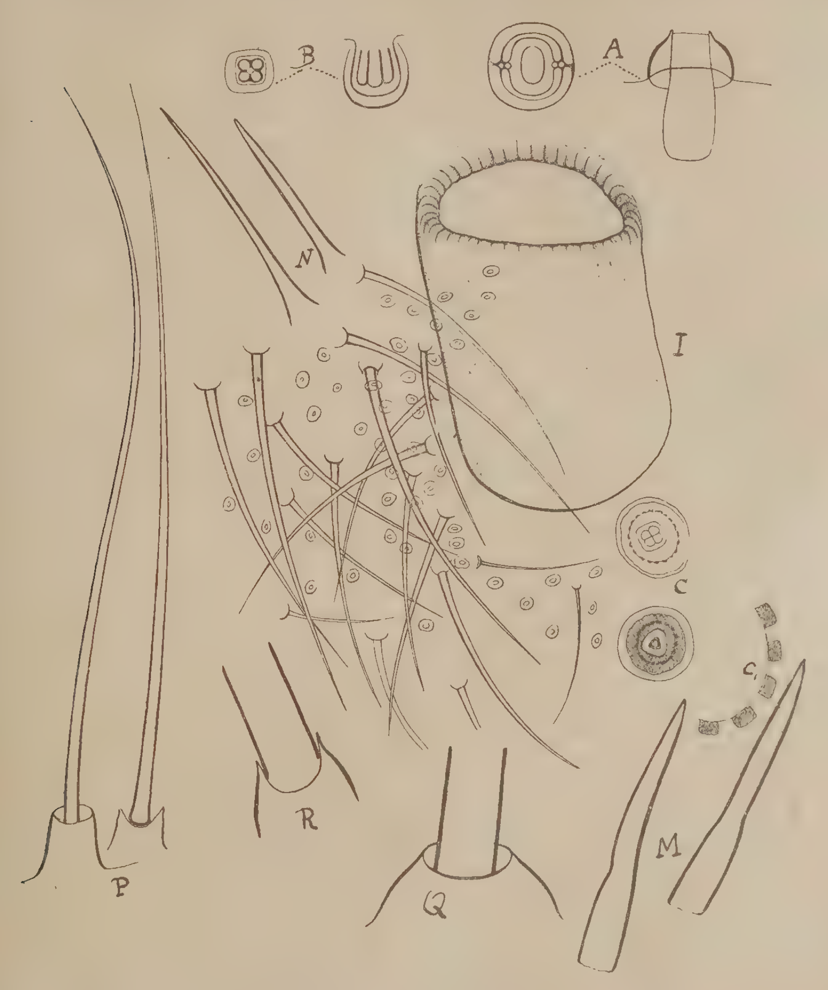


Fig. 38. — *Walkeriana andreæ.* Femelle adulte : I, orifice anal et une partie de l'area voisine (Gr = 196) ; les divers éléments du tégument, glandes, soies, poils, épines (Gr = 360). En C_1, détail de C très grossi.

Il n'y avait aucune trace de marsupium, ni de la bande glandulaire qui, en général, limite cette poche.

Étude microscopique d'après 1 co-type, in coll. E.-E. Green.

MONOPHLEBULUS Cockerell (1902)

Coccides Monophlébines vivant sur *Eucalyptus* en Australie. Femelle adulte ovale allongée, recouverte de matière floconneuse blanche avec des filaments

vitreux. Antenne de sept à neuf articles. Sept paires de stigmates abdominaux avec, chacun, un amas de pores à l'orifice. Tégument garni de pores multiloculaires de plusieurs types et de plusieurs tailles, de gros conduits tubulaires triloculaires (qui sécrètent les filaments vitreux), de soies et d'épines. De nombreuses petites cicatrices circulaires sur les segments abdominaux, en avant de l'orifice génital.

Larve avec cinq articles aux antennes. Crochet des pattes avec une petite dent. Pas de glande parastigmatique. Présence de treize à quatorze paires de gros pores tubulaires marginaux et sur le reste du derme, des pores discoïdes, des épines et des soies. Quatre paires de petites cicatrices circulaires ventrales.

Mâle avec dix articles aux antennes, chacun d'eux, sauf le basal, contracté en son milieu et orné de deux verticilles de soies. Bords apicaux des segments formant sur les côtés des appendices charnus plus ou moins nets.

Type : *M. fuscus* Mask.

Observation. — Ce genre a un ensemble de caractères qui lui sont propres et le différencient des voisins, très nettement. A la suite de l'étude qu'il a faite du matériel de Maskell, Morrison a fait entrer dans ce genre les espèces suivantes :

comperei Morris. ;
crawfordi Mask. ;
fuscus Mask. ;
pilosior Mask. ;
subterraneus Morris.

NODULICOCCUS Morrison (1923)

Coccides Monophlébines, vivant sur *Eucalyptus* en Australie.

Femelle adulte ovale, plus large en arrière, antennes de neuf articles de forme conique très accentuée : pattes normales ; mentum incomplètement dimère. Deux paires de stigmates thoraciques et sept paires abdominaux, les premiers, avec un amas de glandes à l'ouverture de chacun et les autres avec un cercle de glandes autour de chaque orifice. Tégument garni de deux types de pores multiloculaires, d'épines qui sont plus robustes dorsalement que ventralement, de deux sortes de soies (à extrémité arrondie et à extrémité pointue). Nombreuses cicatrices ventrales rangées en demi-cercle. Tube anal.

Larve à antenne de cinq articles; une seule paire de grosses soies apicales. Tégument garni dorsalement de petits prolongements charnus boutonneux et latéralement de petits prolongements charnus digités. Petites glandes discoïdes à orifice triangulaire avec des petites soies simples à base robuste sur la face dorsale.

Type : *N. levis* Mask.

J'ai pu étudier, dans la collection E.-E. Green, une préparation de cet

insecte et ne pense pas qu'il y ait lieu de compléter la description de MORRISON (1923). J'insisterai seulement sur le double collier de glandes serrées les unes contre les autres, qui entoure chaque orifice de stigmate abdominal.

D'après MORRISON, *N. levis* a des caractères bien suffisants pour qu'il y ait un genre érigé spécialement pour lui. Ses affinités pour *Walkeriana* et *Monophlebulus*, en particulier, sont très nettes et il doit être considéré comme une des espèces de *Monophlebinæ* qui s'éloignent le plus du type primitif de la sous-famille.

NIETNERA GREEN (1922)

Genre voisin de *Walkeriana*, dont il diffère principalement par la présence de onze articles à l'antenne normale.

Le tégument dorsal est étroitement recouvert d'épines courtes, robustes, qui sont aiguës sur les aréas sécrétrices mais émoussées et arrondies sur les aréas intermédiaires. Dans le stade adulte, les processus cireux sont le plus souvent grêles et largement espacés. Ces processus peuvent, au cours du développement, tomber progressivement et les marginaux seuls se retrouvent chez les individus les plus âgés.

Avant la ponte, les insectes s'enveloppent dans une sécrétion cotonneuse blanche. Pores sécréteurs en forme d'écuelle. Ventre sans invagination.

Jeunes stades larvaires beaucoup plus riches en processus cireux relativement plus robustes.

Larves avec cinq articles aux antennes.

Mâle inconnu.

TYPE : *pundaluoya* Green (1922).

Note. — Je compléterai la diagnose générique précédente en notant que les stigmates abdominaux sont chez *N. pundaluoya*, d'aprés E.-E. GREEN, au nombre de six paires, caractère important à retenir, aucun autre genre de *Monophlebinæ* n'ayant ce même chiffre.

De plus, la larve n'aurait que deux paires de stigmates abdominaux, c'est-à-dire un nombre très différent de l'adulte ; ce qui n'est connue pour aucune autre des espèces de la sous-famille.

Cet insecte est polyphage et a été récolté à Ceylan dans un grand nombre de localités, toutes à des altitudes élevées (1 200 mètres).

ASPIDOPROCTUS NEWSTEAD (1900)

(*Lophococcus*, Ckll).

Coccides *Monophlebinæ* gros, souvent très gros. Tégument très fortement chitinisé, avec ou sans appendices digités sur la face dorsale. Toujours de couleur chataigne foncée, souvent masquée par une sécrétion pulvérulente cireuse

très adhérente. En général processus latéraux ou dorsaux de consistance crayeuse. Poche marsupiale, recouverte d'un clapet sécrétionné par une zone glandulo-pileuse spéciale.

Antenne normale de dix articles et stigmates abdominaux au nombre de sept paires. Derme garni de soies simples, d'épines robustes et de poils glandulaires, accompagnés de pores simples, multiloculaires, circulaires et tubulaires.

Larve avec cinq articles aux antennes.

Mâle (un seul connu : *A. maximus*) ressemble beaucoup à celui de *Monophlebus* : articles antennaires trinoduleux et une paire d'appendices charnus abdominaux.

Type : *A. pertinax* Newst.

Espèces du genre :

+ *armatus* Newst. sur *Acacia*, *Brachystegia randii*; Afrique Orientale, Rhodésie;

+ *bouvieri* Vayss., Gabon;

carinatus Linding. Arbres forestiers, Afrique orientale;

cassiæ Laing (non descr.).

+ *cinerea* Green sur *Grevillea*, *Citrus*, *Terminalia*, *Thespesia*, Ceylan, Indes;

+ *congolensis* Vayss. sur Copalier; Congo belge;

+ *convexus* Morris. sur *Pithecolobium scutiferum*, *Peltophorum ferrugineus*; Philippines;

+ *ellenbergeri* Vayss., sur Haut-Zambèze;

euphorbiæ Green sur *Euphorbia antiquorum*; Ceylan;

+ *ghesquierei* Vayss. sur *Sophora icifolia*; Congo belge;

+ *giganteus* Newst., sur *Ceiba bombax*; Nigéria du Sud; (Pl. V, fig. 7).

glaber Linding. sur *Cassia florida*; Afrique orientale;

+ *hyphæniacus* Hall sur *Hyphœne thebaica*; Égypte;

+ *maximus* Newst. sur *Cassia florida*, *Tectona grandis*; Afrique orientale;

+ *mimeuri* Vayss. sur *Tamarindus indica*; Afrique occidentale;

+ *mirabilis* Ckll sur Acacia, Mimosa, Arbre forestier; Afrique orientale et Afrique du Sud (Natal, Transval);

neavei Newst. sur « Mwange », Nyasaland;

+ *pertinax* Newst. sur un arbre indét. et dans un nid de Fourmis; Afrique orientale et Afrique du Sud;

parvus Linding.; Afrique orientale;

+ *serrei* Vayss.; Java;

tricornis Newst. sur *Acacia robusta*; Afrique du Sud;

verrucosus Newst. sur Figuier; Uganda;

+ *vuilleti* Vayss. sur *Acacia pennata*; Afrique occidentale;

+ *xyliæ* Green (non descr.).

ASPIDOPROCTUS ARMATUS Newstead

Newstead, *Mitt. Zool. Mus.*, Berlin, 1911.

La description originale donne surtout des détails sur l'aspect extérieur de l'insecte. Elle a été complétée par Lindinger (1912-1913), toujours en ce qui concerne les caractères macroscopiques. Il était nécessaire d'apporter quel-

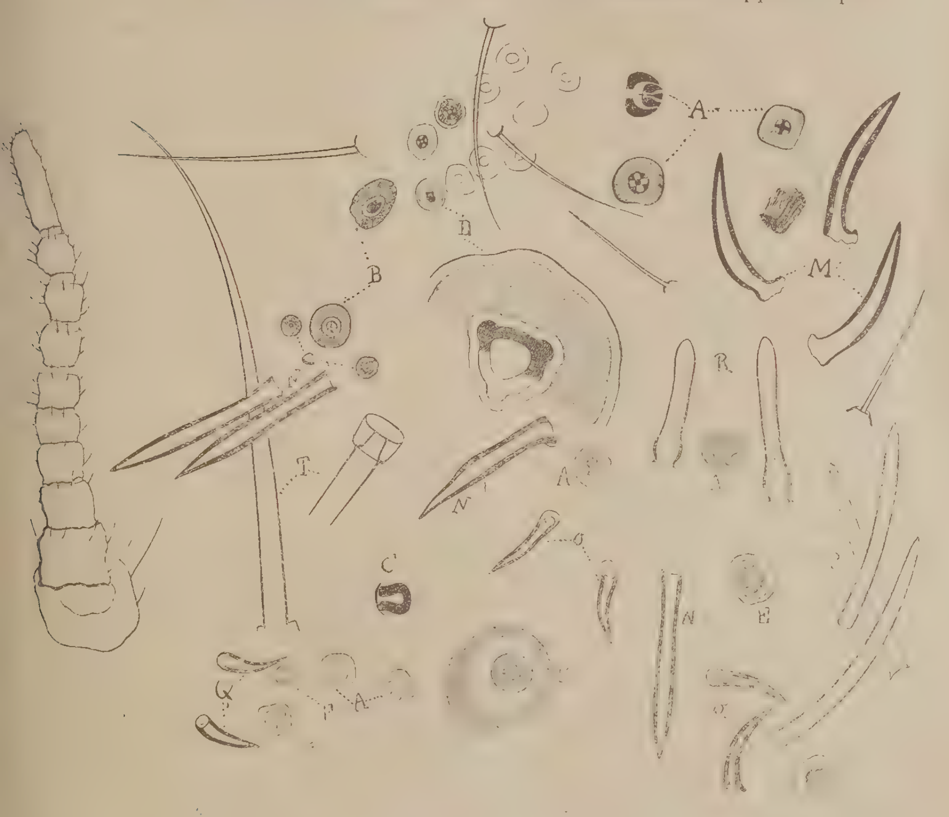


Fig. 39. — *Aspidoproctus armatus.* Antenne (Gr = 60) et les divers éléments rencontrés sur le derme (Gr = 360). Détail très grossi de la glande D.

ques indications sur la composition du revêtement cuticulaire qui est le plus riche en éléments variés que j'ai eu l'occasion d'étudier.

Antenne normale de dix articles : 10, 2, 3 (1,7), (8, 9), (4, 5, 6.)

Le tégument de la face dorsale est essentiellement garni de robustes épines plus ou moins courbées (M) entre lesquelles, en moins grand nombre sont de petites soies (S) et des glandes (A) fortement chitinisées susceptibles de se présenter avec un contour extérieur circulaire et surtout quadrangulaire : on peut dire qu'il y a six à sept épines pour une glande ou une soie. L'area anale et surtout la région postanale ont des éléments différents : de longues soies (T)

à pièce basilaire, mais sans collerette, des épines rigides (N) plus longues que celles du tégument voisin et enfin des glandes circulaires (B, C) de deux tailles différentes, à orifice simple.

Sur le pourtour du corps, correspondant aux processus dont parlent NEWSTEAD et LINDINGER, on rencontre des îlots d'éléments très serrés les uns contre les autres : au centre, on a les poils glandulaires (R) à base renflée qui renferment un bouquet compact entouré par quelques glandes quadriloculaires (A) et des épines (M, N).

Le tégument ventral présente une variété non moins grande d'ornements : en avant, dans la région comprise entre les antennes et les pattes (sternites de la tête et du thorax), sont encore des longues soies (T) souvent très nombreuses, mélangées avec des glandes circulaires (B, C), quelques glandes quadrangulaires (A) et des épines courbées (M). Mais l'élément caractéristique de cette région, est un poil (P), sensiblement de même diamètre sur toute sa longueur, d'apparence molle et à extrémité effilée. Entre la 3e paire de pattes et la limite antérieure du marsupium, on a la zone sécrétrice du clapet qui comprend des éléments glandulaires très serrés les uns contre les autres : glandes quadrangulaires (A) (1) dont les orifices paraissent plus grands que sur les autres points du corps ; petites glandes en rosace (F) caractéristiques de cette région. Ne se trouvant également qu'en ce point, on voit des petites épines robustes (Q), très pointues, mélangées avec des épines rigides (N).

La paroi abdominale, à l'extérieur de la poche marsupiale, est garnie de grandes glandes circulaires (E), parfois entourées par un anneau chitinisé (E') dans la profondeur du tégument. Avec ces glandes quadriloculaires (A) des épines rigides (N) et surtout des petites épines pointues plus ou moins courbées (O), comparables à celles (Q) déjà signalées sur le bord supérieur du marsupium, mais qui paraissent plus grandes que ces dernières.

Enfin, la paroi de la poche marsupiale est très riche en glandes circulaires d'un type spécial (D) entre lesquelles sont quelques fines soies assez rares. Ces éléments, comme la membrane qui les porte, sont beaucoup moins chitinisés que ceux qui ornent le tégument externe de l'insecte.

(Étude microscopique sur une préparation d'un exemplaire récolté au Congo portugais en 1912, *in* coll. *British Museum Natural History.*)

ASPIDOPROCTUS BOUVIERI VAYSSIÈRE.

VAYSSIÈRE, *Bull. Soc. entom. Fr.*, nº 10, 1914.

Étude macroscopique. — Longueur 13 à 16 millimètres ; largeur : 10 à 12 millimètres ; hauteur (au point le plus élevé) 6 à 8^{mm},5. Cet insecte (d'après des

(1) Je fais remarquer la grande diversité d'aspect que présente, en plan, la glande quadrangulaire (A) suivant le point du corps considéré. Cela tient certainement à des épaississements variables des diverses cloisons. De profil, la glande se présente par contre toujours de la même façon.

échantillons à sec ayant, probablement, séjourné antérieurement dans l'alcool) est d'un gris sale dorsalement, tandis que la face ventrale est blanchâtre, grâce à une sécrétion pulvérulente qui la recouvre. La forme générale du corps est un ovale dont le pôle antérieur est légèrement tronqué ; la face dorsale est plus ou moins bombée suivant les échantillons ; elle présente essentiellement deux carènes longitudinales qui, dans la partie moyenne du corps, sont réunies entre elles par deux carènes transversales présentant chacune en leur milieu deux petites protubérances. En arrière vers le dernier cinquième du corps, sur la ligne médiane, un petit orifice fortement chitinisé et entouré de soies réunies entre elles par une sécrétion blanche pulvérulente : c'est l'orifice anal. — La

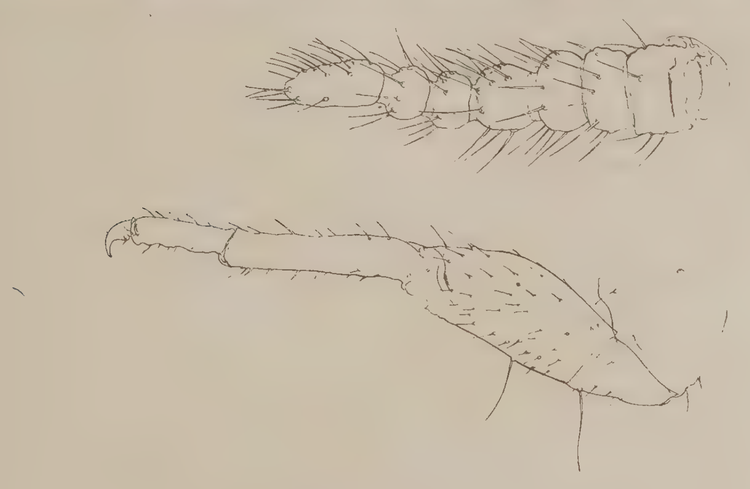


Fig. 40. — *Aspidoproctus bouvieri*. Femelle adulte : antenne incomplète (Gr = 90) et patte (Gr = 45).

face ventrale est plane ou légèrement convexe inférieurement. Tous les échantillons ont été arrachés avec le morceau d'écorce de l'hôte sur lequel leur rostre très puissant était implanté. Sur la moitié postérieure du corps, est une large plaque sécrétée (3 millimètres de diamètre environ) qui se détache sous l'action de la potasse à chaud, en découvrant un orifice à peu près de même diamètre. – Enfin, du bord du corps rayonnent vingt-huit prolongements cireux striés longitudinalement, de 2 millimètres environ de long, de largeur variable (jusqu'à 1 millimètre), les deux médians antérieurs paraissant normalement être les plus petits ; ces appendices sont sécrétés à l'extrémité d'autant de courts prolongements du corps. (Pl. V, fig. 1 et 2).

Étude microscopique. — Antenne. Il n'a pas été possible d'en étudier une complète. Vraisemblablement elle doit être de dix articles dont voici les dimensions en μ des sept *derniers*, tous garnis de soies :

? 4 (50), 5 (67), 6 (58), 7 (75), 8 (58), 9 (50), 10 (117).

L'appareil buccal, entouré de longues soies, est légèrement proéminent, à égale distance des quatre premières pattes.

Les pattes sont relativement petites pour de tels insectes; tous les articles sont garnis de soies sur leur bord externe ; le tibia présente en outre six à huit épines robustes le long de son bord interne ; une longue soie sur le trochanter. Dimensions (en μ) des différents articles : hanche 250, trochanter 250, fémur 442, tibia 466, tarse 233, crochet 58.

Poche marsupiale bien développée. Par le traitement potassique, après la séparation de l'opercule cireux ventral, une centaine d'œufs sont sortis de la cavité ainsi mise à découvert. Le pourtour de son orifice externe est très riche en glandes composées (A, B) et en poils glandulaires qui sont exacte-

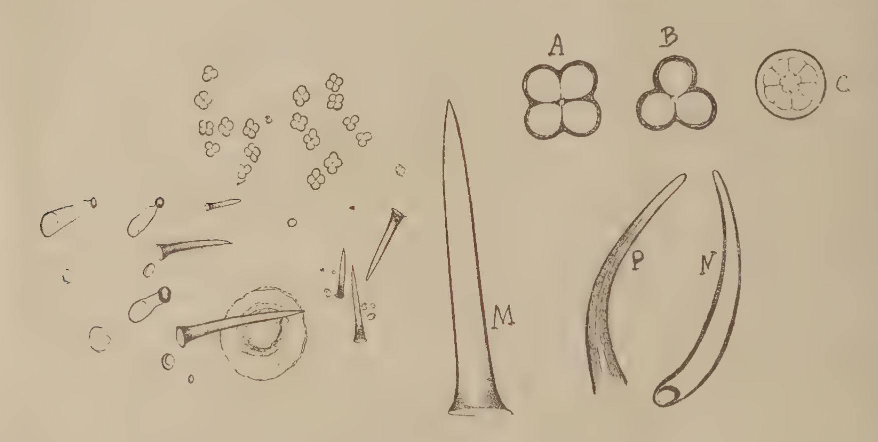


Fig. 41. — *Aspidoproctus bouvieri.* Femelle adulte : à gauche, portion du tégument (Gr = 220) ; à droite, éléments principaux du derme (Gr = 800).

ment du même type que ceux que nous retrouvons, par exemple, chez *A. Ellenbergeri.* La paroi du marsupium, invagination du tégument ventral, est très mince et possède cinq à six épaississements chitineux transversaux qui doivent être les vestiges de la segmentation abdominale. Au centre de cette membrane existe un orifice, entouré par une zone très riche en glandes, (C) par lequel les œufs doivent arriver dans le marsupium où il resteront jusqu'à l'éclosion. Enfin sur la face dorsale le tégument est extrêmement riche en éléments figurés : épines (M), glandes (A, B), et en poils particuliers (N, P) qui doivent être glandulaires. On rencontre ces derniers sur le pourtour des îlots à bord chitinisé qui correspondent aux prolongements cireux latéraux et qui paraissent, sur l'échantillon défectueux étudié, exempts d'ornements.

Cette curieuse cochenille vient se placer à côté de l'*A. armatus* Newst. duquel elle paraît différer par quelques caractères, peut-être secondaires, en particulier par l'absence des six petits appendices à pointe émoussée, situés sur un bourrelet marginal, également absent chez l'*A. Bouvieri.*

Cet insecte a été recueilli au Gabon en 1856 par M. Aubry-Lecomte et fait partie des collections du *Museum d'Histoire Naturelle de Paris.*

ASPIDOPROCTUS CONGOLENSIS nov. sp.
(Pl. V, fig. 4).

Je rapproche des *Aspidoproctus*, un échantillon, à un seul exemplaire, d'une magnifique espèce que je n'ai pas cru devoir mettre entre lame et lamelle. J'en donne une photographie (Pl. V, fig. 4) et la diagnose suivante :

Femelle adulte ayant comme dimensions : longueur : 19 millimètres ; largeur : 16 millimètres ; hauteur : 11 millimètres. A la forme d'un casque hérissé de nombreux prolongements calcarocireux : une couronne sur le pourtour du corps, à la limite dorso-ventrale, qui comprend deux petits en avant puis onze appendices de chaque côté, qui ont une longueur pouvant atteindre 2 millimètres. De chaque côté de la paire des petits prolongements antérieurs, s'élève un repli du tégument, d'environ 5 millimètres de long, sur lequel prennent naissance deux prolongements calcaro-cireux, dont le plus élevé est le point de départ d'une nouvelle série latérale, parallèle à la série basilaire. Cette rangée supérieure comprend, sans compter les prolongements antérieurs dont je viens de parler, six prolongements de chaque côté. La couronne est interrompue en arrière où se détache l'area anale. Le corps se termine à la partie supérieure par deux appendices calcaro-cireux recourbés en avant ; deux autres plus petits sont sur la face antérieure de l'animal entre la couronne supérieure et les deux appendices terminaux dont il vient d'être question. Enfin, il y a lieu d'ajouter que la couleur générale du corps est châtaigne ; elle est masquée sur presque toute la face dorsale par une concrétion à grains grossiers calcaro-cireux qui donne à l'animal un aspect blanc jaunâtre, moins blanc que les prolongements latéraux. A la face ventrale, le tégument est complètement caché par une sécrétion moins grossière, mais plus jaunâtre.

Les pattes sont d'une couleur rouge foncé et la poche marsupiale est fermée par un clapet de coloration sombre, presque noire. Une quantité considérable d'œufs était renfermée dans le marsupium, mais je n'ai pu y trouver une larve néonate qui m'eut servi à caractériser l'espèce.

Par comparaison, cet insecte rappelle beaucoup l'*A. giganteus* Newst., il se distingue des échantillons de cette espèce déposés au B. Museum en ce qu'il est plus convexe et moins large.

Il a été récolté sur Copalier par E. MAYNÉ, à Eala (Congo belge), le 12 novembre 1914.

Type *in* coll. Musée du Congo à Tervueren.

ASPIDOPROCTUS ELLENBERGERI nov. sp.

F e m e l l e a d u l t e. — Forme très variable et souvent très irrégulière. L'aspect normal doit être à peu près celui d'un casque, terminé à la partie supé-

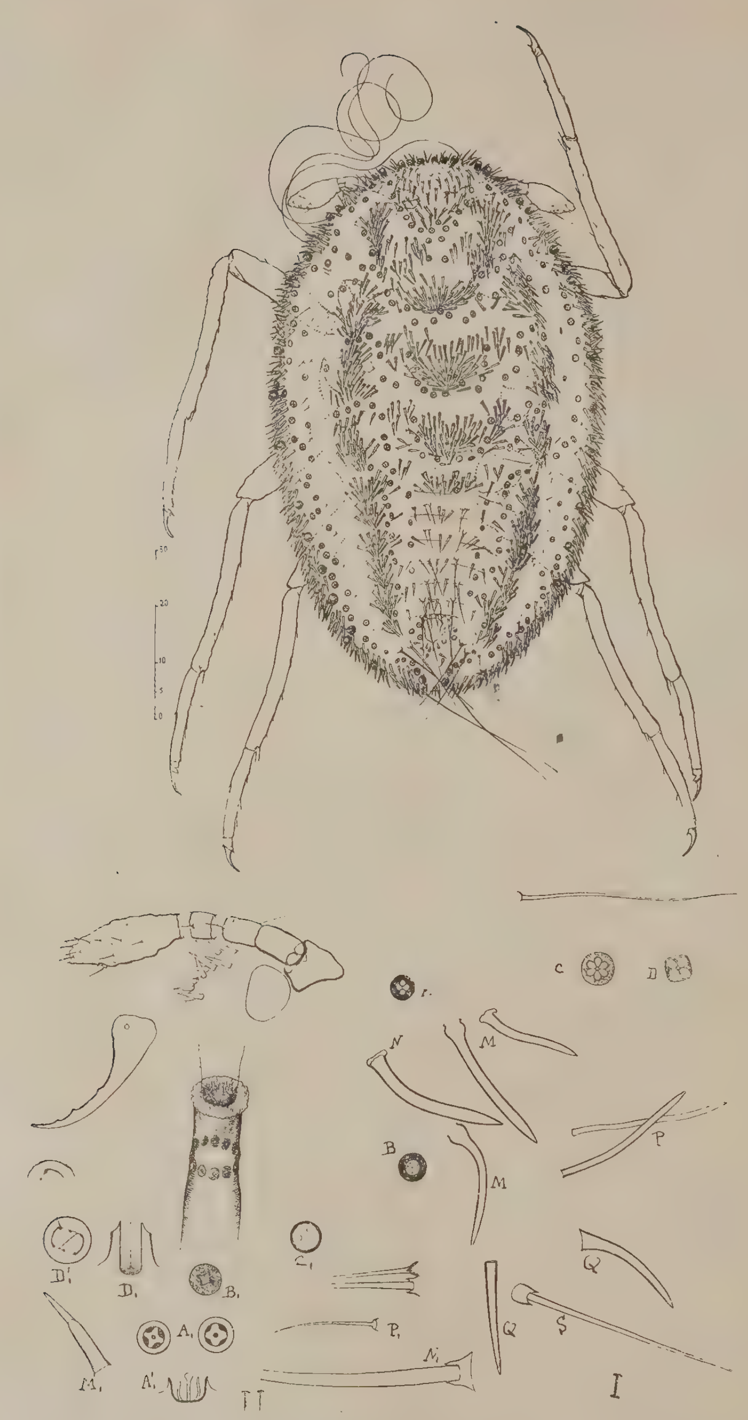


Fig. 43. — *Aspidoproctus ellenbergeri.* En haut, premier stade larvaire, vue d'ensemble dorsale (Gr = 90). En bas : I, divers éléments du derme chez la femelle adulte (Gr = 500) ; II, larve :antenne (Gr = 160) : crochet (Gr = 270) ; tube anal (Gr = 320) et éléments du derme (Gr = 500).

rieure médiane par deux petits mamelons. L'insecte est bordé par une série de vingt-huit petits prolongements qui doivent correspondre aux points de départ de petits appendices calcaro-cireux absents dans nos échantillons. Il doit y avoir une deuxième série de ces prolongements à mi-hauteur (8-10). Mais la forme générale est susceptible de varier considérablement et il ne faut pas compter sur elle pour déterminer l'espèce. Il en est d'ailleurs de même pour tous les *Aspidoproctus*, peut-être plus que pour tout autre Coccide. Coloration châtaigne foncée (Pl. III, fig. 3).

Longueur : 16 millimètres ; largeur : 12 à 14 millimètres ; hauteur : 0mm,5. Antenne incomplète de dix articles sans doute. Les pattes sont assez bien développées. Les stigmates thoraciques sont visibles mais relativement petits. Par contre je n'ai pu établir l'existence des stigmates abdominaux.



Fig. 42. — *Aspidoproctus ellenbergeri*. Femelle adulte : antenne (incomplète) et patte (Gr = 65).

Les individus que j'ai étudiés ont un tégument extraordinairement chitinisé et il a été difficile d'en préciser les caractères microscopiques. Les prolongements latéraux du corps sont garnis par des poils glandulaires (M) et des glandes quadriloculaires (A) à parois plus ou moins chitinisées; autour de ces ilots bien nets, le tégument est parsemé de ces mêmes éléments secréteurs, mêlés à des épines, de deux types différents (N, Q), des fines soies (S) et des glandes multiloculaires (B) en rosace. On retrouve les mêmes éléments sur presque tout le tégument, sauf toutefois sur la face ventrale dans la région de l'appareil buccal, où se sont de fins poils souples (F) qui dominent. Sur le tégument de la poche marsupiale ce sont les glandes (C, D) que l'on rencontre : elles sont moins chitinisées que celles du tégument, mais certainement elles leur sont identiques.

P r e m i e r s t a d e l a r v a i r e. — Extraite de la poche marsupiale, la larve est très petite : 0,8 à 1 millimètre de long. Son antenne est à cinq articles, le 5e étant très long : 5, 2, 1, 3, 4.

Les pattes sont grêles et longues, deux organes sensoriels de chaque côté du trochanter. Crochet avec trois denticulations internes. Le tube anal est particulièrement visible avec un collier interne d'une douzaine de glandes. Le revêtement du tégument est suffisamment caractéristique pour permettre la

détermination de l'espèce, à défaut des caractères de la femelle qui sont plus difficiles à observer. La face dorsale est essentiellement ornée de grosses épines (M) présentant toujours vers le milieu de leur longueur une sorte de sillon circulaire qui leur donne un aspect particulier qui ne se rencontre pas chez les autres *Aspidoproctus* que je connais. Ces épines sont disposées régulièrement, avec parmi elles quelques glandes quadriloculaires (A). En dehors de ces groupes, isolées sur le tégument, sont des glandes (B), moins chitinisées dont les cloisons internes ne sont pas toujours visibles. L'area anale est garnie de longues soies (Q) à pièce basilaire bien développée mais sans collerette : on y trouve en outre des glandes multiloculaires, en rosace plus ou moins nette (C), peu chitinisées. Enfin le pourtour du corps est très riche en épines, entre lesquelles sont des soies(N, O). Mais l'élément caractéristique de cette région est une glande tubulaire (D) que l'on rencontre surtout par paire, et qui se présente en plan avec un grand orifice circulaire médian. La face ventrale est absolument dépourvue d'organes sécréteurs et ne possèdent que quelques fines soies (P) éparses sur le tégument.

Observations. — Cette espèce a un aspect extérieur qui la rapproche de l'*Aspidoproctus pertinax* Newst. ou de l'*A. neavei* Newst. ; mais les caractères du derme, en particulier la différence de grandeur des éléments du tégument m'engagent à la séparer des espèces précédentes. Toutefois, les caractères larvaires de *A. Ellenbergeri* correspondent bien à ceux signalés par NEWSTEAD pour la larve d'*A. pertinax* dont la description est malheureusement insuffisante pour conclure à une identité des deux espèces.

Enfin les photographies que LINDINGER (1913) donne de son *A. (Lophococcus) glaber*, ainsi que les dimensions fournies pour cet insecte, me permettent de supposer que *A. ellenbergeri* est une espèce bien voisine de celle-là. Une comparaison entre des préparations microscopiques des deux espèces serait utile pour préciser leurs relations.

(*In* coll. Museum d'Histoire naturelle et Station entomologique de Paris.)

ASPIDOPROCTUS GHESQUIEREI nov. sp.
(Pl. III, fig. 1, 2, 4, 5)

Caractères macroscopiques. — Longueur : 12 à 13 millimètres ; largeur : 8 à 10 millimètres ; hauteur : 4 millimètres.

Le corps a la forme générale d'un oval, légèrement tronqué en avant. Il est plutôt plat, tant dorsalement que ventralement. Les deux faces sont à peu près parallèles, la face ventrale étant plus large que la face opposée ; celle-ci est bordée, de chaque côté, par un repli du tégument qui en avant est prolongé par une branche du V qui se rencontre chez presque tous les *Aspidoproctus*. En arrière, les deux replis vont rejoindre également la sole ventrale, séparée par l'area anale qui se localise très bien. La face dorsale est traversée par un

certain nombre de plis, de bourrelets transversaux (quatre à six) dont chacun doit correspondre à un segment du corps. Il n'y a aucune trace de prolongements digités ou d'ornementations similaires sur la face dorsale. Les insectes vivants doivent avoir la sole ventrale garnie sur son pourtour de petits prolongements cireux, vingt à vingt-deux au total. Ceux de ces appendices que j'ai pu voir atteignaient une longueur d'à peine 8/10 de millimètre. Sur la face ventrale les antennes et les pattes sont logées dans de petits creux et au centre de l'abdomen on voit très nettement le clapet rouge jaunâtre qui ferme la poche marsupiale. La couleur générale du corps est marron foncé, masquée par une pulvérulence blanchâtre ; les appendices sont rougeâtres.



Fig. 44. — *Aspidoproctus ghesquierei*. Femelle adulte : stigmate abdominal (Gr = 360) ; un organe grillagé ; patte (Gr = 45) et antenne incomplète (Gr = 80).

Ces caractères extérieurs correspondent exactement à la description et aux photographies que Lindinger donne de l'*Apidoproctus carinatus*. Il n'est donc pas impossible qu'un jour *A. ghesquierei* soit mis en synonymie de ce dernier nom. Mais, ainsi que je l'ai déjà écrit, les *Monophlebinæ*, les *Aspidoproctus* en particulier, sont si malléables au cours de leur évolution, que plusieurs espèces peuvent prendre le même aspect extérieur à un certain moment de leur cycle vital, bien qu'elles soient très différentes (Voir à ce sujet, Green, 1923[d]). Dans ces conditions, il faut avoir recours aux caractères microscopiques : Lindinger est absolument muet à ce sujet pour *A. carinatus*. Je préfère ne pas rapporter mes échantillons à cette espèce, de crainte de créer des imbroglios ultérieurs difficiles à élucider.

Caractères microscopiques. — Je n'ai pas eu d'antennes complètes sur les échantillons préparés. Vraisemblablement dix articles, formule 10 (?), 1, (2, 3), 4, 5, 6, 8, 9), 7. Pattes robustes, dont le tarse est plus court que le tibia et le fémur égal à ce dernier en longueur. L'appareil buccal est normal; le mentum, monomère, est à contour arrondi. Les quatre stigmates thoraciques sont sensiblement égaux et ont un atrium tapissé d'une vingtaine de glandes (B).

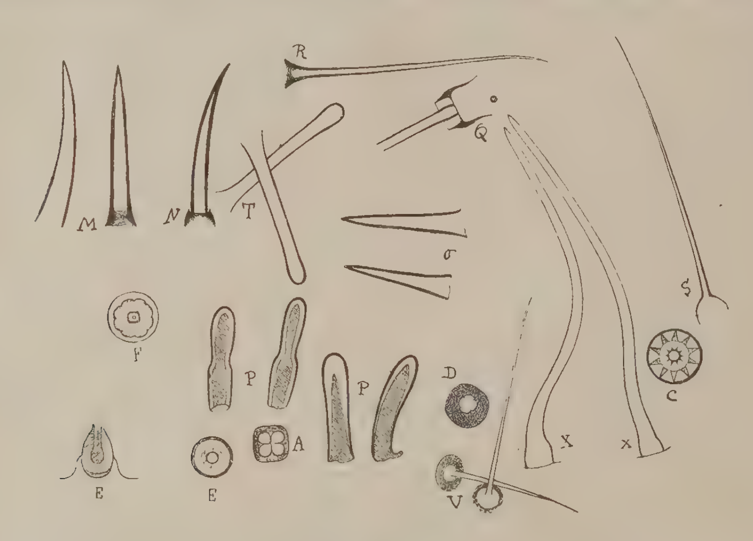


Fig. 45. — *Aspidoproctus ghesquierei.* Les divers éléments qui ornent le tégument ou la poche marsupiale chez l'adulte femelle (Gr = 500).

Sept paires de stigmates abdominaux placés nettement sur la face dorsale; ces organes, très apparents, rappellent par leur forme ceux de *A. maximus* (Vayssière, 1923b). Le tégument dorsal est très riche surtout en poils glandulaires (P) qui sont courts, larges et souvent avec la moitié basilaire renflée. Entre ces poils, sont des glandes circulaires (D) à bord très largement chitinisé, à raison d'à-peu près une glande pour quatre poils glandulaires. En certains points, ces derniers se groupent en plus grand nombre et ces agglomérations voisinent avec les îlots de glandes (D) et des alignements de piquants robustes (O). Ce sont ces piquants ou épines qui forment l'élément principal en bordure du corps, sans doute sur le tégument compris entre le bourrelet supérieur dorsal, dont il a été question plus haut, et la sole ventrale. L'area anale est très riche en glandes circulaires (D) et en fines soies simples (V) dont on rencontre quelques exemplaires épars sur le tégument. L'orifice anal, formé par un anneau très chitinisé, est au centre de cette aréa; il se trouve également au sommet d'un triangle isocèle virtuel, dont la base correspond au sillon intersegmentaire entre le metathorax et le premier segment abdominal et dont les côtés sont jalonnés d'areas chitinisées, au nombre d'une paire par segment abdominal. Ces aires ont leur partie centrale occupée par un « organe grillagé », compa-

rable à ceux que j'ai signalés chez d'autres *Aspidoproctus* (*A. Vuilleti*).

Sur le pourtour du corps (sole ventrale), correspondant aux prolongements cireux, sont des îlots de poils glandulaires (P), entre lesquels quelques glandes quadriloculaires (D) et quelques soies simples.

Le tégument ventral est fourni d'éléments figurés très variés : de fins poils souples (X) garnissent l'area buccale ; en dehors de cette région, la structure cuticulaire thoracique comprend des piquants (M, N) plus longs que ceux de la face dorsale, de grandes glandes en rosace (B, C) et quelques orifices quadriloculaires (D). Enfin, des soies (R,Q) de diverses longueurs sont éparses entre ces éléments. Cette ornementation se retrouve également surtout le pourtour des segments abdominaux, à la face ventrale. On rencontre encore, surtout dans la région de l'appareil buccal, de très nombreux petits cercles à circonférence chitinisée de diamètre très variable.

La zone sécrétrice du clapet du marsupium est très large ; elle est garnie de divers éléments, très serrés les uns contre les autres : en très grosse majorité des glandes tubulaires quadriloculaires (A) et des poils glandulaires (T) plus longs et plus grêles que ceux signalés sur la face dorsale ou sur le pourtour du corps.

Enfin, le tégument du marsupium est très riche en glandes en rosace (F) avec quelques rares soies (S). Un repli, à la partie postérieure de la poche marsupiale, qui doit correspondre à l'orifice de la ponte, est tapissé de glandes en rosace légèrement plus petites que les précédentes et d'aspect un peu différent.

Observations. — Cette intéressante espèce que je considère jusqu'à plus ample information comme différente de *A. carinatus*, a été récoltée par J. GHESQUIÈRE, le 15 juillet 1919, à Elisabethville (Congo belge), sur les racines d'une Légumineuse indigène : *Sophora vicifolia*. Cet insecte formait des colonies très importantes sur ces organes et provoquait ainsi le dépérissement des arbres attaqués ; cette affection avait été mise sur le compte des fourmis (*Camponotus* sp.) qui venaient justement visiter les cochenilles. M. GHESQUIÈRE est parvenu à juguler l'invasion en effectuant des badigeonnages des racines avec une bouillie sulfo-calcique.

(Types *in* coll. Musée du Congo à Tervueren et *in* coll. Station entomologique de Paris.)

ASPIDOPROCTUS MAXIMUS SAUNDERS.

LOUNSBURY, *Rhodesia Agric. Journ.*, 1908.

Cette magnifique espèce a attiré l'attention successivement de NEWSTEAD (1911), LINDINGER (1912-1913) et de BRAIN (1915). Ces auteurs ont fourni assez de précisions pour qu'on puisse facilement identifier les échantillons qui doivent se grouper sous le nom de *A. maximus*.

Je rappellerai que les jeunes stades sont très plats, tandis que les femelles à maturité sexuelle ou fécondées peuvent prendre une forme bombée presque hémisphérique. C'est chez cette espèce que j'ai pu étudier la relation des poils glandulaires avec des organes sécréteurs, placés en dessous de la cuticule (voir p. 211).



Fig. 46. — *Aspidoproctus maximus :* soie, épines et orifices glandulaires (Gr = 640).

Le Muséum d'histoire naturelle de Paris possède des exemplaires récoltés sur le M'sasa (*Brachystegia Randii*) par A. T. Millar, en 1909, dans la Rhodésie méridionale. Divers beaux échantillons récoltés sur divers arbres forestiers en Afrique du sud, font également partie des collections de la station entomologique de Paris.

ASPIDOPROCTUS MIMEURI Vayssière.

Vayssière, *Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 1-2, 1924.

Caractères macroscopiques. — Longueur : 6 millimètres ; largeur : 4 millimètres ; hauteur : 2 millimètres (Pl. IV, fig. 1).

Cette espèce paraît être la plus petite connue du genre *Aspidoproctus*. Son aspect général est intermédiaire entre celui présenté par *A. Vuilleti* avec son long appendice digité et par *A. carinatus* ou *A. Ghesquierei* qui n'ont aucune trace de tel ornement. Nous avons bien chez *A. Mimeuri* un appendice digité dorsal, mais ce prolongement tégumentaire atteint à peine $1^{mm},5$ en moyenne. Couleur générale dorsale gris foncé, ventrale rougeâtre, mais le corps est couvert d'une légère pulvérulence blanche. Appendices fauves. Le corps est orné latéralement d'une trentaine de courts prolongements de matière secrétée calcaro-cireuse. Les quatre ornements médians antérieurs ont une position qui apparait constante : les deux médians se croisent entre eux et les deux latéraux prolongent les deux branches du V, formé par deux replis du tégument dorsal. Aucun des exemplaires, reçus vivants et que nous avons tenté d'élever, n'est arrivé à la période de la ponte. Aussi les femelles étudiées, quoique adultes, ne possédaient pas de poche marsupiale ni de clapet sécrété.

Caractères microscopiques. — Antenne de dix articles, le 10e le plus long, les 4, 5 et 6 les plus petits. Sur le tiers supérieur du 10e article, une fine soie et deux autres, courtes et robustes, à l'extrémité apicale ; une soie identique est fixée sur chacun des huit articles précédents, sur leur bord externe. Les pattes

sont petites et robustes ; les organes sensoriels (huit) étant bien visibles sur le trochanter.

Les stigmates thoraciques n'ont pas d'area glandulaire particulière. Les stigmates abdominaux, au nombre de sept paires, se localisent facilement surtout chez les jeunes individus.

Le tégument dorsal est orné de très nombreux poils glandulaires (S) à base



Fig. 47. — *Aspidoproctus mimeuri*. Vue d'ensemble d'une femelle adulte, après passage à la potasse et montage au baume de Canada (Gr = 18).

et extrémité renflées, entre lesquels on a de petites glandes (E), à parois fortement chitinisées et à quatre ou six orifices (1). Régulièrement disposés sont des alignements de piquants robustes (M). L'area anale est largement entourée de longues soies simples (P) et est garnie de glandes circulaires (G) à grand orifice médian. Tout le corps est bordé latéralement d'ilots constitués par des poils glandulaires (S) et quelques grosses glandes tubulaires (A) ; entre ces ilots, des alignements de piquants (M). Sur la face ventrale, l'ensemble du tégument latéral est orné de glandes sensiblement toutes du même type (F)

(1) La glande E est celle qui est figurée à la partie inférieur de la fig. 48, en dessous de M.

mélangées avec des piquants (M) et quelques soies simples. L'area buccale est très riche en poils souples et longs (R) et est entourée par d'autres poils légèrement renflés à leur extrémité et qui sont abondants surtout entre les quatre dernières pattes. Si la poche marsupiale n'existe pas chez les échantillons étudiés, son emplacement est particulièrement bien délimité : sur le pourtour une zone très riche de grosses glandes tubulaires (A et B) à quatre ou

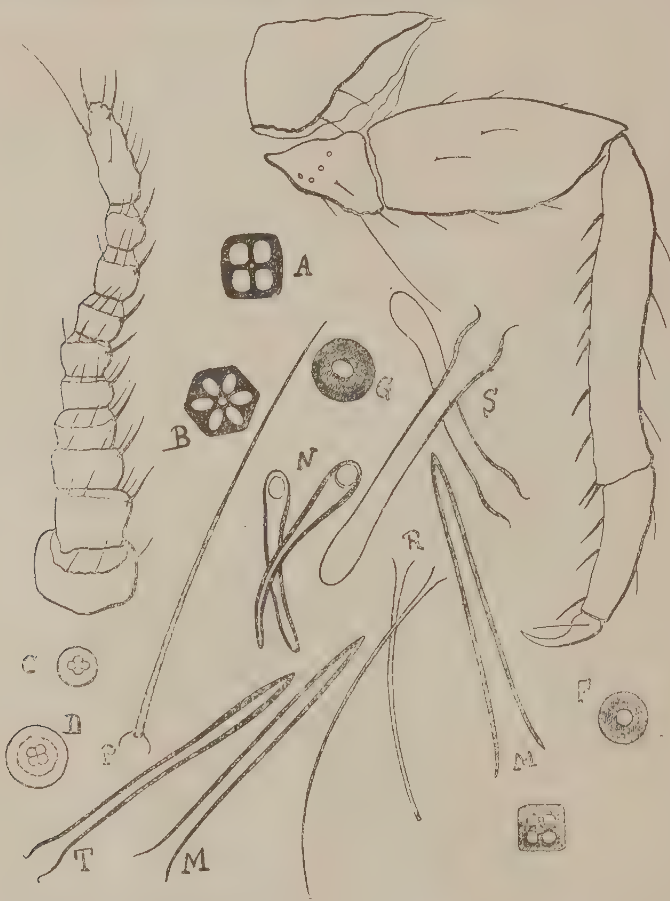


Fig. 48. — *Aspidoproctus mimeuri.* Femelle adulte : antenne et patte (Gr = 100) ; ornements du derme (Gr = 666).

six orifices, avec de petites glandes circulaires (C) et de nombreux poils glandulaires (N) qui rappellent beaucoup ceux qui se rencontrent chez les *Walkeriana* de Ceylan (Green, 1922). A l'intérieur de cette zone, le tégument de la future poche marsupiale est très mince et est garni de petites glandes circulaires, à orifice en général quadrilobé (D), et de fines soies (P).

Sur un exemplaire, correspondant sans doute au 2e stade larvaire (six articles aux antennes), j'ai discerné une structure cuticulaire très semblable

à celle de la femelle adulte, avec la différence essentielle de l'absence totale de la zone glandulaire entourant le marsupium : tout le derme de cette zone et de l'area qu'elle limite n'ayant que quelques soies fines et absolument aucun organe sécréteur.

Observations. — Cette petite espèce a été récoltée par J. Mimeur sur *Tamarindus indica*, près de Dakar, en mai 1923. Tous les échantillons observés étant immatures, on peut se demander si lors de la ponte, les dimensions de l'insecte ne s'accroissent pas considérablement et peuvent permettre son identification avec une espèce connue telle qu'*A. Bouvieri* par exemple.

ASPIDOPROCTUS PERTINAX Newstead.

Newstead, *Proc. Zool. Soc.*, Lond. 1900.

Une description macroscopique complète a été donnée par Newstead ;

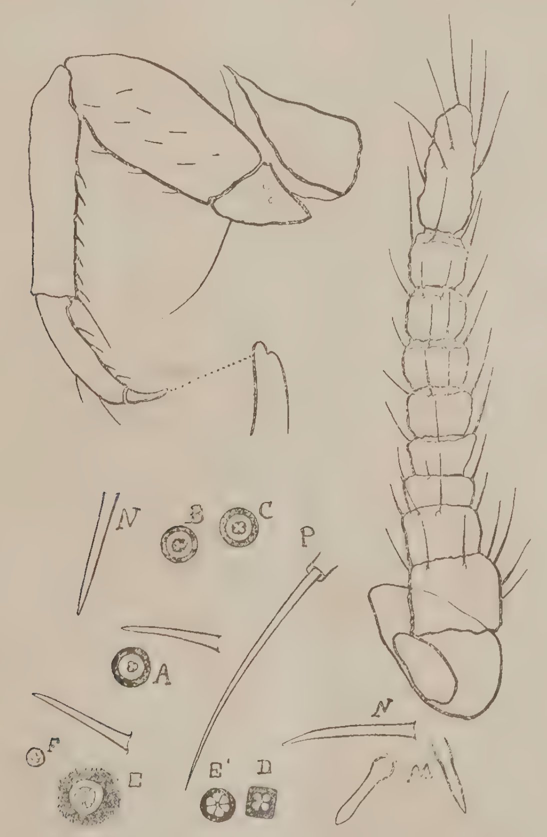


Fig. 49. — *Aspidoproctus pertinax*. Femelle adulte : antenne (Gr = 75) ; patte (Gr = 50) et crochet (Gr = 360), éléments du derme (Gr = 360).

des figures claires y sont jointes. Toutefois, je crois utile d'apporter, à côté de

la description de l'*A. ellenbergeri*, des dessins des divers ornements du derme, d'après l'étude d'un exemplaire offert aimablement à la Station entomologique de Paris, par E. E. Green. Je dois remarquer pour être exact que mon échantillon d'*A. pertinax* bien qu'adulte a des dimensions nettement inférieures (9 millimètres de long au lieu de 14 à 20 millimètres) à celles indiquées pour les types soit de *A. pertinax*, soit de *A. ellenbergeri*. (Pl. V, fig. 5).

Je note en outre que je n'ai pu sur les exemplaires de cette dernière espèce étudier les éléments qui constituent la bande sécrétrice du clapet du marsupium. Chez *A. pertinax* cette zone est extrêmement riche en poils glandulaires (M) entre lesquels sont deux types de glandes (D, E, F) ; le plus gros (E, E′, D) quadrangulaire ou en rosace est, sans doute identique à l'élément (A) du tégument. C'est encore lui (B, C) qui tapisse la paroi de la poche marsupiale ; le plus petit (F) est caractéristique de cette région, ce qui est comparable à ce que je signale d'autre part pour *A. armatus*.

ASPIDOPROCTUS SERREI Vayssière.

Vayssière, *Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 10, 1914.

Etude macroscopique (échantillons dans l'alcool). — Longueur 16 à 17 millimètres ; largeur : 11 à 12 millimètres ; hauteur : maxima : 8 à 9 millimètres. La forme générale de l'insecte est un ovale dont le pôle antérieur est tronqué ; région ventrale plane et face dorsale bombée. Cette dernière présente un certain nombre de plis dont les principaux sont un dans la région frontale presque verticale en forme de ∧ et trois transversaux dans la partie moyenne du corps. Dans les sillons est accumulée une matière cireuse pulvérulente blanche ; tandis que sur les parties surélevées du tégument doivent se trouver dans la nature un certain nombre d'ornements cireux de 3 à 4 millimètres de long, striés longitudinalement et ayant une forme légèrement incurvée, rappelant une corne de bœuf qui serait aplatie latéralement. Un petit nombre seulement (trois) de ces ornements cireux est conservé sur quelques exemplaires étudiés. Sur la face ventrale, les antennes sont insérées sur le bord externe d'un sillon en forme de ∧ symétrique de celui de même forme qui est dorsal. L'appareil buccal est logé dans une fossette profonde à égale distance des quatre premières pattes. Les soies rostrales sont très puissantes. Les pattes sont logées dans des fossettes et insérées sur deux lignes longitudinales parallèles. (Pl. V, fig. 3).

Entre les deux dernières pattes, naît un sillon qui se prolonge en arrière en s'évasant en une sorte de cuvette ; c'est vraisemblablement l'origine d'un marsupium qui se formerait plus tard, après la fécondation par exemple.

Etude microscopique. — Antenne : normalement de dix articles, sensiblement rectilignes du côté externe et fortement convexes du côté opposé. De nombreuses soies sur chacun, quatre piquants courts et robustes sur 4, 6 et 8, et deux piquants sur 10. Longueurs en μ : 1 (92), 2 (133), 3 (108), 4 (83),

5 (92), 6 (108), 7 (108), 8 (108), 9 (100), 10 (226). Les quatre orifices des stigmates thoraciques ont un atrium garni d'une vingtaine de glandes (A) et bordé à l'extérieur de petites soies rigides (R).

Pattes petites. Fines soies sur la partie externe et piquants robustes et courts sur le bord interne de chaque article. Deux soies au crochet remplacent les digitules ; dimensions en μ : hanche 300, trochanter 333, fémur 666, tibia 683, tarse 333, crochet 92.

Sur la face dorsale, on trouve, rangés en zones régulières, des piquants

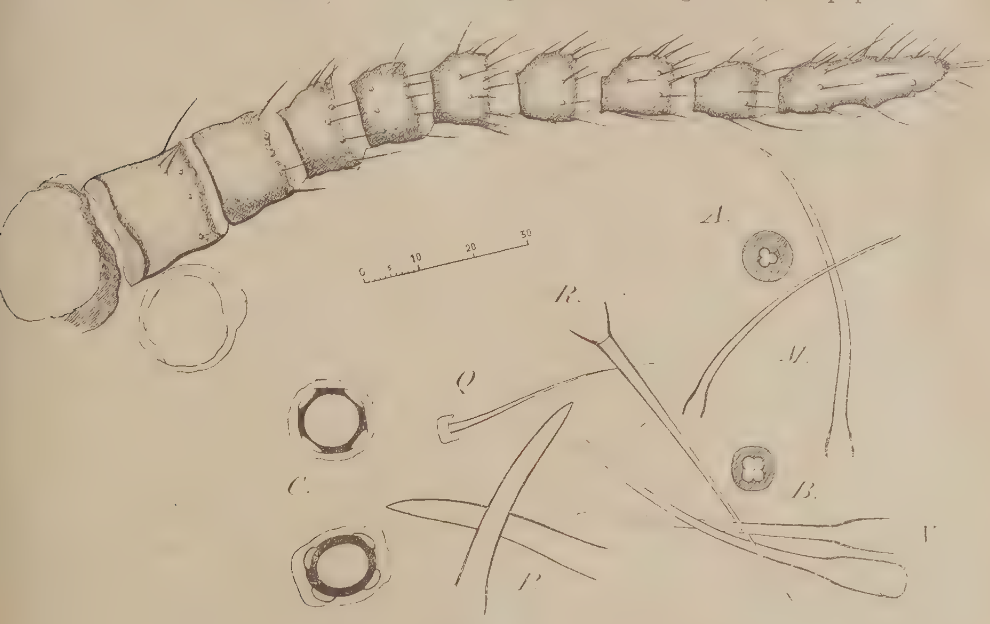


Fig. 50. — *Aspidoproctus serrei.* Femelle adulte : antenne (Gr = 90) ; éléments principaux du derme (Gr = 500).

robustes (P), des poils plats glandulaires (N) et des glandes à orifices multiples (B), toutes du même type et de même taille. Les poils glandulaires forment sur le pourtour du corps des ilots, dans lesquels sont éparses quelques glandes quadriloculaires (B) ; ces glandes forment autour de ces groupes un cercle sur deux rangées. Enfin en certains points, une dizaine, semble-t-il, on voit des groupes de trois à six très grosses glandes (C). Il y a en outre, de chaque côté dans la région abdominale, deux rangées d'organes, rappelant les organes grillagés d'*Aspidoproctus Vuilleti*, qui convergent à la partie postérieure vers une petite crypte au centre de laquelle est l'orifice anal qui est entouré par un grand nombre de glandes circulaires et 35 à 40 longues soies robustes.

La face ventrale est garnie essentiellement par de fines soies (M) et quelques glandes circulaires (A), sauf toutefois dans la région que je suppose être

un marsupium naissant, où, autour d'un grand orifice (orifice génital ?), situé dans la profondeur de la cuvette signalée plus haut, sont groupées des glandes circulaires à orifices multiples, en nombre considérable, accolées les unes contre les autres, et qui ont un diamètre plus grand que les glandes précédentes.

Ce remarquable insecte a été envoyé au Muséum en 1906 par M. P. SERRE consul de France, qui l'a recueilli à Batavia (Java).

ASPIDOPROCTUS VUILLETI VAYSSIÈRE.

VAYSSIÈRE, *Ann. Épiphyties*, 1, 1913.

J'ai fourni, il y a quelques années, une description très détaillée de cette cochenille dont je n'ai pu malheureusement obtenir des échantillons à divers stades d'évolution. Je complèterai mon étude précédente par quelques indications sur la forme et la répartition des éléments figurés caractéristiques du revêtement cuticulaire de l'insecte femelle adulte. (Pl. III, fig, 6 ; Pl. IV, fig. 5).



Fig. 51. — *Aspidoproctus vuilleti.* Femelle adulte : vue dorsale et vue de profil d'un échantillon gonflé préalablement dans la potasse (Gr = 5).

Sur la face dorsale, le tégument est très riche en piquants (M) très robustes et en poils glandulaires (R) ; éparses entre ces ornements sont de fines soies ordinaires et des glandes circulaires (B). Sur le pourtour du corps, on retrouve les mêmes éléments mais les poils glandulaires forment des îlots correspondant aux appendices latéraux et séparés par des alignements de piquants. Dans ces îlots, quelques grosses glandes tubulaires (A) à quatre ou six orifices.

A la face ventrale, le thorax est garni entre l'appareil buccal et les insertions des pattes, de longs poils souples (T) entre lesquels sont quelques glandes (C), peu chitinisées, à orifice central multiple. A l'extérieur de la zone secrétrice du clapet marsupial, on a de forts piquants (N), plus longs que ceux de la face dorsale, mélangés avec quelques soies et glandes. La zone sécrétrice est constituée par l'union très étroite de glandes tubulaires (D) comparables

à celles des prolongements latéraux, de petites glandes (E) à orifice central en rosace et de poils glandulaires (S) bien différents des poils dorsaux.

Le tégument de la poche marsupiale est très fin, tapissé de fines soies



Fig. 52. — *Aspidoproctus vuilleti.* Femelle adulte : patte et antenne (Gr = 31).

Fig. 53. — *Aspidoproctus vuilleti.* Les divers éléments rencontrés sur le derme ou sur la paroi de la poche marsupiale (Gr = 666), chez la femelle adulte.

avec une légère collerette et de glandes circulaires (F) très faiblement chitinisées à orifices tri-ou quadriloculaires.

A. Vuilleti, bien que nettement congénérique des autres *Aspidoproctus* se distingue facilement de ces derniers tant par son aspect extérieur que par ses caractères microscopiques.

LABIOPROCTUS GREEN. (1922)

Insectes voisins de *Aspidoproctus*, mais différant de ce genre en ce que l'invagination ventrale est fermée non par un opercule sécrété, mais par des lèvres latérales proéminentes.

Mâles semblables à ceux de *Aspidoproctus.*

Larves avec cinq articles aux antennes.

TYPE : *L. polei*, Green (1896 et 1922).

Note. — J'ajouterai à la diagnose précédente que j'ai pu préciser le nombre de stigmates abdominaux qui s'élève à sept paires.

L. polei, qui est polyphage, a été récolté à Ceylan, dans le sud des Indes anglaises et à Java.

LLAVEIA SIGNORET (1875).

Antenne normale de onze articles. Corps mou sans marsupium, ni ovisac. Sept paires de stigmates abdominaux. Poils en spatule présents au mentum. Un seul type de glandes sur tout le tégument. Pas de soies à collerette, mais des soies simples et, en certains points, des petits piquants aigus.

Larve de six articles aux antennes. Des piquants aigus sur tout le corps (dorsal) avec quelques soies simples et un seul type de glande.

TYPE : *L. axin* Llave.

Espèces du genre :

+ *axin* Llave, sur *Spondias myrobolamus*, *Jatropha*, *Mango*; Mexique ;
+ *bouvari* Sign. sur ? ; Guatemala ;
cacti L. sur *Cactus* ; Mexique ;
callitri Frogg. sur? ; Australie ;
+ *hæmatoptera* (♂) Ckll. Philippines ;
+ *luzonica* (♂) Ckll. Philippines ;
mexicanorum Ckll., Mexique ;
sanguinea (♂) Ckll., Philippines ;
saundersi (♂) Westw. ; Indes orientales ;
uhleri Sign. Equateur.

Ainsi, d'après les caractères, que je donne dans la nouvelle diagnose du genre, je ne puis y faire rentrer des espèces qui étaient placées jusqu'à ce jour à côté de *Llaveia axin*. Les espèces *abrahami*, *primitiva* et *primitiva*, var. *pimentæ* se rapprochent beaucoup plus des *Crypticerya* à côté desquels je les fais figurer temporairement. Quant aux espèces connues seulement par l'adulte mâle (*luzonica*, *hæmatoptera*, *sanguinea* et *saundersi*), je les laisse dans *Llaveia*, n'ayant aucun critère suffisant pour les situer dans les *Monophlebinæ*. N'ayant pas vu *cacti*, *callitri*, *mexicanorum* et *uhleri*, j'en fais de même, bien que je doute considérablement que ces espèces soient congénériques entre elles et avec *L. axin*.

LLAVEIA AXIN LLAVE.

Syn. : *Monophlebus dugesi* Vayss.

LLAVE, *Reg. trim. Sci. Arts*, 1, 1832.
VAYSSIÈRE, *Bull. Soc. entom. fr.*, n° 10, 1914.

Femelle adulte. — Les caractères extérieurs ont été donnés par divers auteurs, par SIGNORET (d'après LLAVE) et COCKERELL (1897) en particulier. Mes échantillons, ayant séjourné de nombreuses années dans l'alcool

étaient dégraissés et, par cela même, ne présentaient plus des dimensions aussi considérables (23 à 25 millimètres) que celles données par LLAVE. Mes chiffres correspondent par contre à ceux fournis par COCKERELL.

Longueur : 10 à 12 millimètres ; largeur : 6 à 7 millimètres.

Antenne de onze articles, courts et très larges, sauf le dernier :

11, 2, (9, 10), (3, 8), 1, (4, 5, 6, 7).

Organe sensoriel présent à la base du 3e article. Appareil buccal bien développé : la base du mentum étant munie des poils en spatule, signalés chez

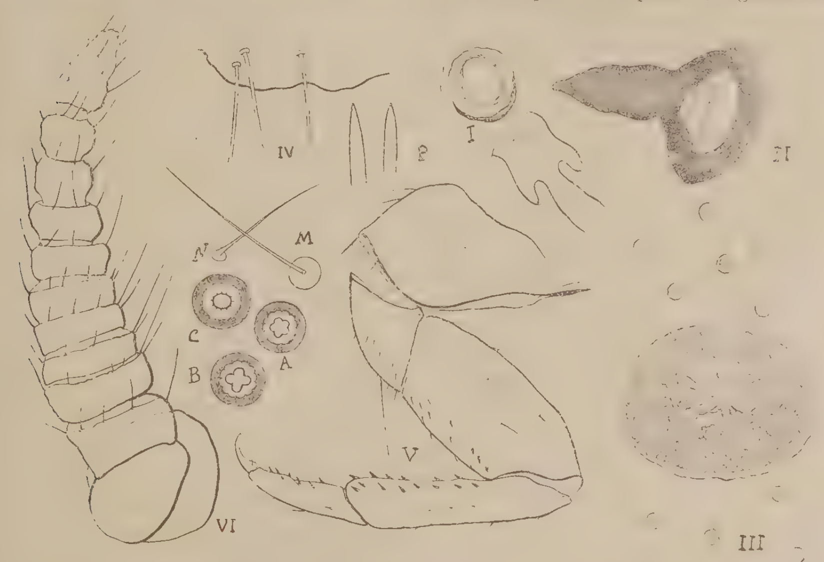


Fig. 54. — *Llaveia axin.* Femelle adulte : I, stigmate abdominal en plan et de profil (Gr = 270) ; II, stigmate thoracique (Gr = 75) ; III, quelques glandes du tégument autour d'une grande cicatrice ; IV, poils en spatule du mentum (Gr = 270) ; V, patte (Gr = 38) ; VI, antenne (Gr = 75) ; A, B, C M, N, P, ornements du tégument (Gr = 500).

le genre *Icerya* et les genres voisins. Pattes robustes : griffe sans dent sur sa face interne. Quatre organes sensoriels de chaque côté du trochanter.

Les stigmates thoraciques, sensiblement égaux entre eux, présentent un vaste atrium chitinisé tapissé d'une vingtaine de glandes identiques à celles du tégument.

Les stigmates abdominaux sont au nombre de sept paires et sont bien développés. C'est par l'étude de préparations défectueuses que j'ai noté précédemment (VAYSSIÈRE, 1923b) la présence de six paires seulement.

Tube anal très net, terminé à son intérieur par un anneau fortement chitinisé, nullement garni de glandes sur sa circonférence.

Le revêtement cuticulaire est essentiellement constitué par des soies spinuleuses (M, N) et de grosses glandes, d'un seul type, mais susceptibles de se présenter sous divers aspects (A, B, C,). Enfin, sur la face dorsale, dans la

région postanale, on voit six à sept petits piquants (P) dont on ne retrouve aucun autre exemplaire sur le reste du tégument.

Premier stade larvaire. — Dimensions (à l'éclosion). Lon-

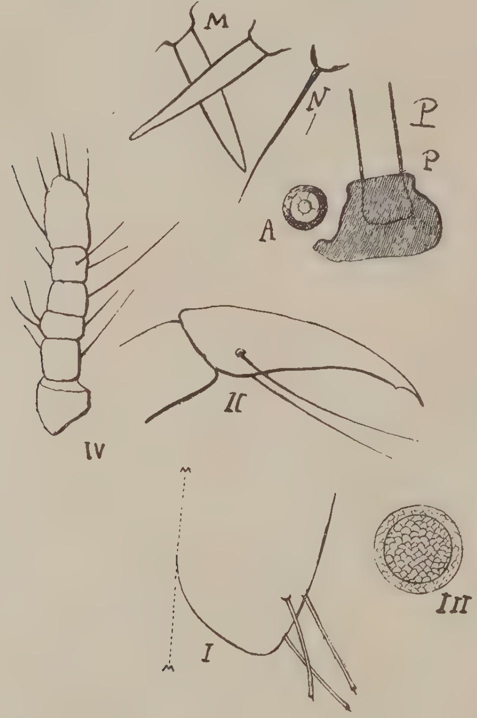


Fig. 54 *bis*. — *Llaveia axin*. Premier stade larvaire : I, poils en spatule du mentum (Gr = 360) ; II, crochet (Gr = 666) ; III, un des organes ventraux particuliers (Gr = 360) ; IV, antenne (Gr = 100) ; A, M, N, P, ornements du derme.

gueur : $1^{mm},2$; largeur : 1 millimètre. L'insecte se présente sous une forme arrondie. Antenne de six articles : 6, 1, 2, (5, 4,) 3.

Formule qui diffère sensiblement de celle donnée par COCKERELL : 6, (2, 1, 3, 4) 5.

Une longue soie sur le 4e article. Mentum garni de poils en spatule ayant le caractère particulier d'être terminés par une pointe fortement chitinisée ; ce qui n'a pas été constaté chez l'adulte. Pattes longues : tibia, tarse et fémur sensiblement de même longueur aux trois paires de pattes, contrairement à ce que signale COCKERELL. Deux organes sensoriels de chaque côté des trochanters. Crochet avec une petite dent très apparente à la face interne.

Pas de glandes à l'intérieur des stigmates thoraciques.

Sur les segments abdominaux, en dehors des sept paires de stigmates abdominaux, il faut signaler, sur la face ventrale, la présence de trois paires d'organes circulaires à région centrale nettement cloisonnée qui sont placés à la partie antérieure respectivement des 4e, 5e et 6e segments. Ces organes dont

le rôle m'échappe complètement n'ont pas été vus chez d'autres espèces.

Le tégument est garni essentiellement par de forts piquants (M), sur la face dorsale et sur le pourtour du corps. Ces piquants forment un bouquet au niveau de l'orifice anal. En bordure du corps sont disposées de très longues soies (2/3 en moyenne de la longueur du corps) avec une base fortement chitinisée (P), mais sans collerette ; elles sont au nombre de seize, de chaque côté du corps, en général isolées sauf au niveau de l'œil et de chaque stigmate thoracique où on en trouve une paire.

Quelques soies spinuleuses (N) sont éparses sur le corps dont la face ventrale n'a pas d'autres ornements. Un seul type de glandes (A) épars sur le tégument, mais en petite quantité.

(Étude d'après des échantillons récoltés, sur *Spondias lutea* et *Schinus molle*? au Mexique (État de Guanaquati) en 1896, par DUGÈS qui les avait adressés à la Société nationale d'acclimatation de France. *In* coll. Station entomologique de Paris).

Observations. — J'ai porté en synonymie de *Llaveia axin*, le *Monophlebus* que j'ai décrit en 1914, sous le nom de *dugesi*. Le caractère qui m'apparaît aujourd'hui essentiel pour faire entrer cette espèce dans le *G. Llaveia* et dont je ne soupçonnais pas l'existence il y a quelques années, est la présence des poils sensoriels en spatule au mentum. D'autre part, la formule antennaire est légèrement différente : 11, 2, 1, (3, 7, 8, 9, 10), 6, (4, 5).

Il est fort vraisemblable que les échantillons du Muséum d'histoire naturelle, sur lesquels j'avais basé la description du *M. dugesi* et qui figuraient dans les collections avec des exemplaires de *Ceroplastes dugesi* Licht., correspondent à *L. axin*, var. *dorsalis* Dugès, dont je ne connais pas la diagnose originale.

LLAVEIA BOUVARI SIGNORET.

SIGNORET. *Ann. Soc. ent. Fr.*, V, 1875.

Femelle adulte. — Cette grosse espèce a été étudiée par SIGNORET dont la description n'a jamais été complétée jusqu'à ce jour.

L'antenne possède onze articles ayant chacun une longue soie. L'œil est relativement petit.

Les pattes sont très robustes, je ne vois pas de différence dans les crochets, ainsi que le signale SIGNORET.

Les stigmates abdominaux rappellent beaucoup ceux d'autres grosses Monophlébines, tels que *Aspidoproctus maximus*. Je n'ai pu déterminer la présence que de cinq orifices d'un seul côté, le tégument étant déchiré. Les glandes sont plus nombreuses sur l'area anale. De même dans la zone qui, sur la face ventrale, entoure l'orifice génital.

Tout le corps parait ornementé d'un seul type de glande circulaire dont

l'aspect peut considérablement varier suivant la position de l'organe par



Fig. 55. — *Llaveia bouvari.* Femelle adulte : antenne et patte (Gr = 36).

rapport à l'objectif du microscope. Ainsi les deux dessins A′ et A″ ont été

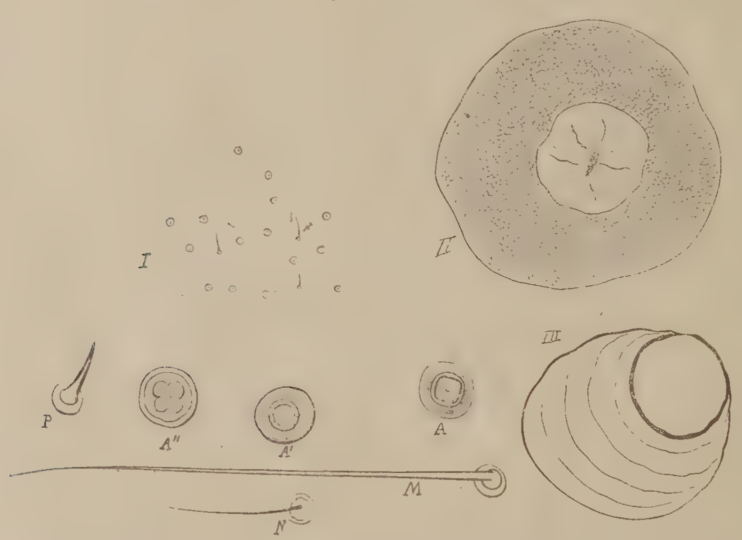


Fig. 56. — *Llaveia bouvari.* Femelle adulte : I, morceau du tégument (Gr = 75) ; II, un des organes quadrillés ventraux (Gr = 270) ; III, stigmate abdominal (Gr = 500) ; ornements du derme, A, A', A'', M, N, P, (Gr = 500).

obtenus avec la même glande. Quelques soies simples, de taille différente (M, N) sont éparses sur le tégument où se rencontrent également de petites épines robustes (P).

Enfin, sur la face ventrale, SIGNORET avait remarqué des « nucléoles ». J'ai en effet constaté la présence sur les segments abdominaux de certaines plaques quadrillées rappelant un peu les « organes grillagés » que j'ai antérieurement signalés chez *Aspidoproctus euilleti* Vayss. Ces ornements sont symétriquement disposés : un seul médian en arrière de l'orifice génital et, en avant de celui-ci, on en compte dix-huit de chaque côté de la ligne médiane du corps, raison de deux à trois par segment abdominal.

(Étude microscopique d'après un échantillon coll. E. E. GREEN récolté à Salama (Guatemala), ex. coll. E. M. EHRHORN).

CLYPEOCOCCUS NEWSTEAD (1920).

Femelle avec antennes normales de huit à neuf articles. Derme fortement chitinisé, garni de soies à extrémité boutonneuse, d'épines, de glandes simples et multiloculaires. Marsupium de grande dimension et repli du tégument (clypeus) très développé à la partie antérieure du corps dont il recouvre la région céphalique, l'appareil buccal en particulier. Sept paires de stigmates abdominaux.

Larves avec six articles aux antennes.

TYPE : *C. Hempeli* Ckll.

CLYPEOCOCCUS HEMPELI COCKERELL.

COCKERELL, *Can. entom.*, XXXI, 1899.
NEWSTEAD, *Bull. entom. Res.*, 1919-1920.

Avec raison, NEWSTEAD a retiré du genre *Icerya* cette espèce qui n'a aucun des caractères particuliers susceptibles de l'y faire entrer. (Pl. IV, fig. 2). Il en donne une description suffisante et qui parait justifier l'érection du genre *Clypeococcus*. J'ai pu étudier des échantillons, montés en préparation. Cela va me permettre de compléter la description donnée par NEWSTEAD pour la larve.

Premier stade larvaire. — Antenne de six articles : 6, 2, 4, 1, 5, 3. Mentum dimère, garni de nombreuses petites soies ordinaires ; il n'y a pas de poils en spatule, à l'extrémité apicale du dernier segment qui est très allongé, comme on en rencontre chez tous les *Icerya*.

Pattes bien développées. Je dois signaler que NEWSTEAD dans la description qu'il donne de cette espèce signale l'existence, comme un cas particulier, de l'organe sensoriel de l'antenne (entre 2e et 3e articles) et de trois organes semblables sur le trochanter. Le même auteur compte « au moins six paires de stigmates abdominaux » ; il y en a effectivement sept paires, très petites, légèrement moniliformes. Le tube anal est présent ; il n'a pas de collier interne de glandes, mais est orné à son extrémité interne du double anneau de cellules très chitinisées. Les trois cicatrices ventrales existent sur l'abdomen, la médiane étant la plus grande.

Sur la face dorsale, on trouve, assez régulièrement disposées, de grosses glandes circulaires (A) au nombre d'une trentaine sur chaque segment. De petites soies simples et de petites glandes (B, B_1) sont éparses sur le tégument, mais en petite quantité. Enfin, sur les quatre derniers segments abdominaux sont présents de petits piquants (N) caractéristiques. Un groupe d'une vingtaine se trouve en particulier de chaque côté de l'orifice anal. La face ventrale est très pauvre en éléments figurés ; on y trouve dispersées quelques petites glandes (B) et des petites soies simples (M). Ainsi, il n'existe pas, chez *C. hempeli*, de soies à collerette. L'abdomen est orné, à sa partie postérieure, d'une dizaine de longues soies (R).

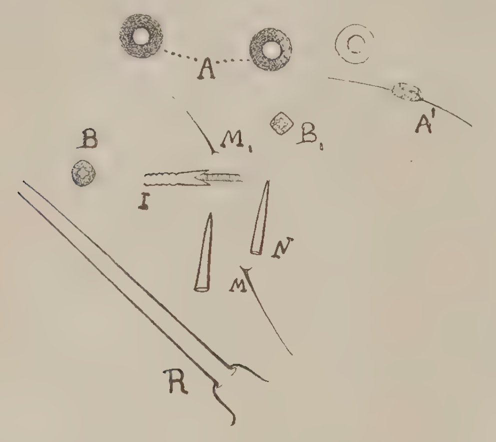


Fig. 57. — *Clypeococcus hempeli*. 1er stade larvaire : I, stigmate abdominal et les divers éléments du derme (Gr = 400).

(Étude microscopique sur une préparation d'un paratype, *in* coll. E.-E. Green.)

GUERINIA Signoret (1875).

Coccides Monophlébines à tégument mou, recouvert de substance cotonneuse blanche. Antenne de la femelle de onze articles. Un seul type de glande sur le tégument. Soies simples et soies à collerette. Poils en spatule du mentum présents. Quatre paires de stigmates abdominaux.

Pas d'ovisac, ni de marsupium; œufs déposés, sous la femelle, dans un amas cotonneux.

Larve avec six articles aux antennes.

Type : *G. serratulae* Fab.

[Voir l'étude détaillée de cette espèce, p. 214 et suivantes].

AULOCERYA Morrison (1923).

Coccides Monophlébines, alliés à *Icerya*, mais femelle adulte nue ou presque et ne sécrétant pas d'ovisac. Toute la face inférieure est quelque peu invaginée sous forme d'une canelure longitudinale, les bords de cette fente étant recouverts plus ou moins densément d'une sécrétion cireuse pulvérulente. Derme plus ou moins chitinisé dorsalement et membraneux dans la cavité ventrale.

Antennes de dix ou onze articles. Soies simples et soies à collerette ;

glandes de plusieurs types et de plusieurs tailles. Trois paires de stigmates abdominaux. Tube anal et trois cicatrices ventrales

Larve comme chez *Icerya*.

Type : *A. australis* Mask.

STEATOCOCCUS Ferris (1921).

Coccides *Monophlebinæ* du type général *Icerya*. Antennes normalement de onze articles. Trois paires de stigmates abdominaux. Poils en spatule au mentum. Présence d'une poche marsupiale à ouverture circulaire, sans clapet sécrétionné comme chez *Aspidoproctus*. Tégument uniformément peu chitinisé, sans épine, en général soies simples et soies à collerette, entre des glandes multiloculaires normalement de deux types (un dorsal, un ventral).

Type : *S. morrilli* Ckll..

Espèces du genre :

anonae Newst. ;

\+ *caudatus* Newst. sur Croton. Uganda ;

dymocki Frogg. Australie ;

\+ *gowdeyi* Newst sur Plumbago et Rosier. Uganda ;

\+ *morrilli* Ckll. sur *Acacia greggii* et *Hæmatoxylon boreale*. États-Unis ;

mexicanus Ckll. et Parr. sur *Prosopis*. Mexique ;

nudatus Mask. sur *Cosmos*, *Verbana*, etc. Australie ;

plucheæ Ckll. sur *Pluchea borealis*. États-Unis ;

tabernicolus Ferr. sur *Prosopis* sp., États-Unis (Californie) ;

theobromæ Newst. sur Cacaoyer. Afrique Occidentale ;

\+ *townsendi* Ckll. sur *Townsendia grandiflora*, *Gutierrezia sarothræ*, *Picradenia floràbunda*, *Grindelia squarrosa*, *Bahia chrysanthemoides*. États-Unis.

STEATOCOCCUS CAUDATUS Newstead.

Newstead : *Bull. entom. Res.*, VIII, 1917-1918.

La description de Newstead est très courte et n'est accompagnée d'aucune figure. Il me parait utile d'apporter quelques détails sur la structure cuticulaire.

Sur la face dorsale et sur le pourtour du corps, le tégument est parsemé de petites glandes multiloculaires (B) qui sont ornées de 8-10 perles et qui, en profil, montrent un tube médian relativement long. Ventralement, quelques glandes identiques (B) se rencontrent, mais il existe surtout des orifices glandulaires beaucoup plus grands (A), du type en rosace.

Entre les glandes, sont des soies simples (N) et des soies à collerette (P), surtout abondantes sur le tégument ventral. Éparses sur le pourtour du corps entre les petites glandes multiloculaires (B), non seulement existent les soies à collerettes (P) mais également de très longues soies (M) avec longue collerette.

Ces dernières sont abondantes en avant et en arrière du corps ; sur les côtés, elles sont plutôt groupées par bouquets de cinq à six, dans lesquels, trois d'entre elles sont plus longues et de plus grand diamètre que les autres.

La poche marsupiale est particulièrement bien développée ; son derme est tapissé uniformément de glandes circulaires (C) qui ont un diamètre intermé-

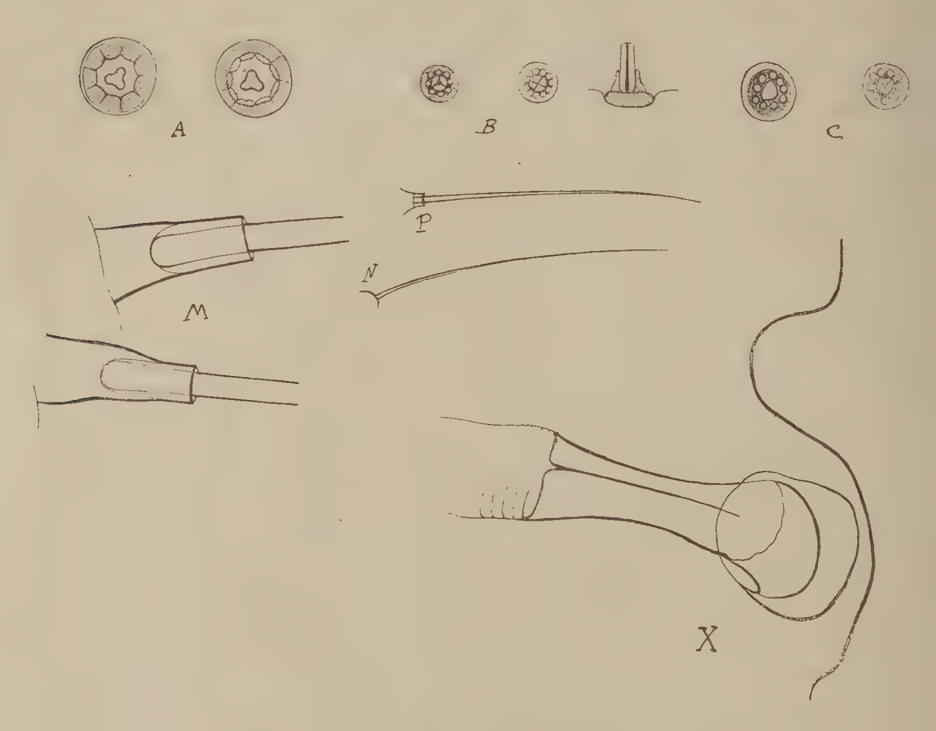


Fig. 58. — *Steatococcus caudatus*. Femelle adulte : X, stigmate abdominal (Gr = 666) ; les divers types de soies (Gr = 360) et les trois types de glandes (Gr = 666).

diaire entre ceux des deux glandes du tégument et dont les parois sont beaucoup moins chitinisées que ces dernières.

Enfin, les trois paires de stigmates abdominaux sont bien développées ; chaque stigmate est localisé, sur les échantillons observés, toujours en arrière d'une concavité très nette du tégument dorsal.

Je dois signaler que NEWSTEAD donne quelques détails sur un stade larvaire à neuf articles aux antennes qu'il intitule « second stage », cette désignation est certainement inexacte. Il s'agit du 3e stade larvaire ; j'ai eu l'occasion d'insister sur ce point dans les pages précédentes (voir p. 213).

(Étude microscopique d'après une préparation de *caudatus* récolté sur *Alchordia cornifolia*, à Mokera Fakai (Sierra Leone) par HARGREAVES, 5, X, 1924 ; dét. par LAING.)

STEATOCOCCUS GOWDEYI Newstead.

Newstead : *Bull. entom. Res.*, X, 1919-1920.

Cette espèce a été décrite par Newstead sous le nom de *Aspidoproctus gowdeyi* et voici les seules indications données sur la femelle adulte : « complètement couverte dorsalement d'une couche épaisse et densément feutrée de cire d'un blanc sale et jaune pâle ; la cire est plus ou moins divisée en segments correspondant à la segmentation du corps. Ventre châtaigne pâle, légèrement

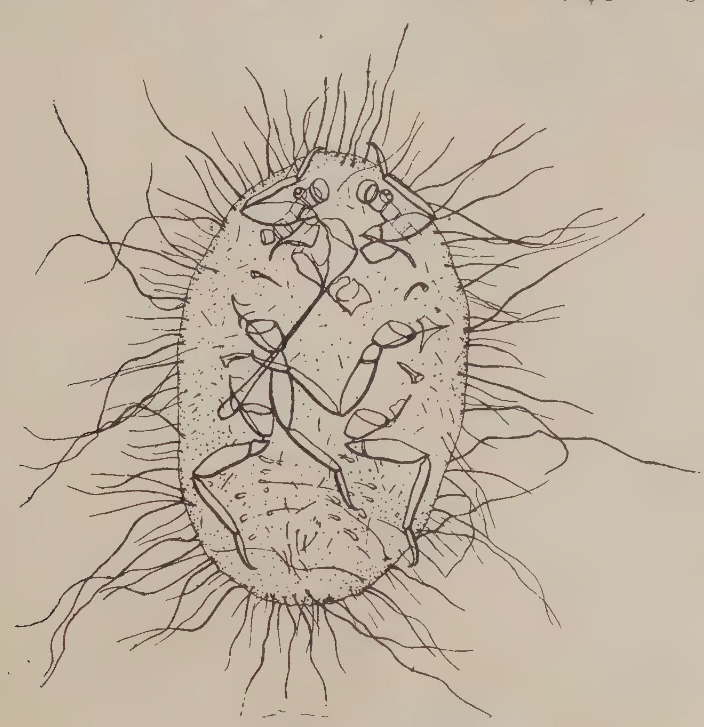


Fig. 59. — *Steatococcus gowdeyi.* Vue d'ensemble d'un stade larvaire.

farineux et couvert en partie de filaments cotonneux blancs. Pattes rouge sombre. Marsupium bien développé, l'opercule sécrété absent mais apparemment cassé ».

Rien dans cette courte description ne permet de conclure à l'introduction de cette espèce dans le G. *Aspidoproctus*. J'ai pu étudier sommairement les exemplaires déposés au British Museum Natural History. Il y avait un adulte mâle et trois larves ayant respectivement sept, huit et neuf articles aux antennes.

Le mâle a les articles des antennes, à partir du 3e avec deux nodosités et l'extrémité de son abdomen avec deux prolongements charnus. Chez tous les

individus observés, il y a seulement trois paires de stigmates abdominaux. Enfin les stades larvaires ont leur tégument très riche en soies à collerette, mélangées à des soies simples et à des glandes multiloculaires de deux types et de

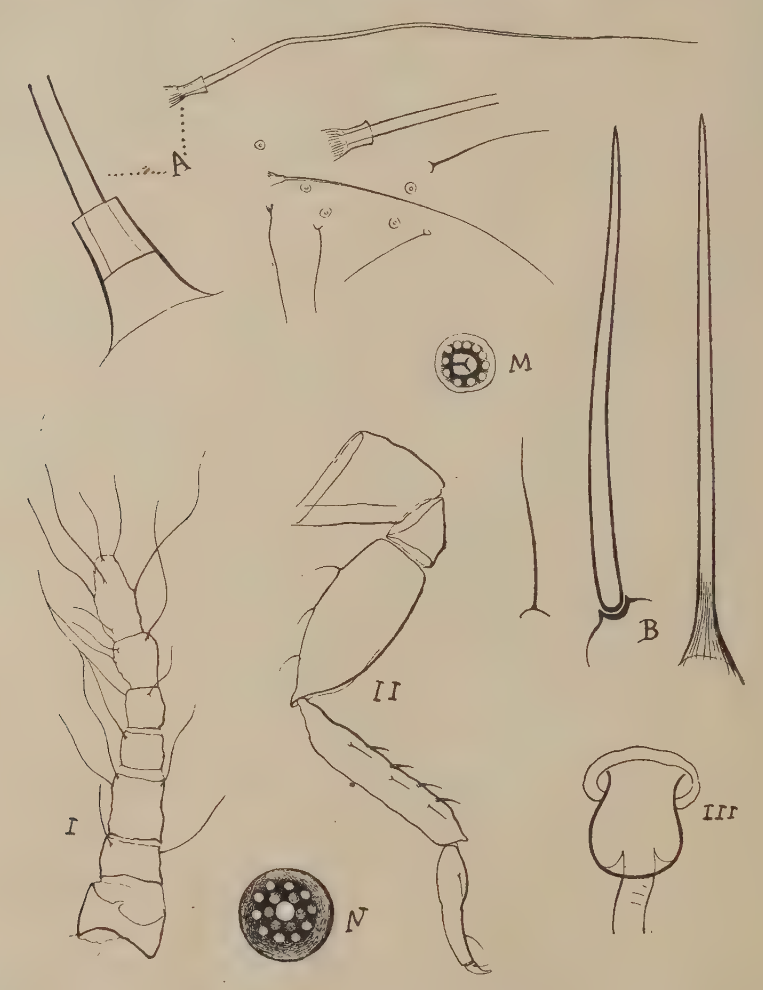


Fig. 60. — *Steatococcus gowdeyi*. Détails d'un stade larvaire : I, antenne, II, patte, III, stigmate abdominal ; éléments du derme (Gr = 480).

deux tailles différents. Le pourtour du corps est orné de chaque côté de quinze à dix-sept groupes glandulo-spinuleux, comprenant chacun deux soies à large collerette évasée (A) dont la longueur dépasse la moitié de la longueur du corps[1]; on y trouve également deux autres soies à collerette plus courtes et un poil très long (B), moitié de la longueur des soies (A) voisines. Des glandes à deux rangées

1. Le dessin qui correspond à cette soie (A) fait insuffisamment ressortir ce caractère de collerette évasée.

concentriques de perles (N) accompagnent ces ornements latéraux. Sur le tégument dorsal, avec de petites soies simples ou à collerette, sont des glandes plus petites (M) à orifice central plus ou moins nettement triloculaire.

L'area anale est entourée par de très fortes soies simples, de longueur et de diamètre moitié de ceux des poils latéraux. Avec ces soies, des glandes circulaires sont autour de l'orifice anal. Sur la face ventrale, on voit les trois cicatrices qui se rencontrent chez les Iceryas et les espèces voisines et qui se détachent nettement ici comme des protubérances du tégument.

Tous ces caractères convergent pour nous permettre de conclure que cette espèce est très éloignée des *Aspidoproctus*. Certainement elle entre dans le groupe *Icerya*. NEWSTEAD signalant la présence d'une poche marsupiale chez la femelle adulte, *gowdeyi* peut prendre place temporairement dans les *Steatococcus*.

STEATOCOCCUS TOWNSENDI COCKERELL.

COCKERELL, *Jn. N. Y. Entom. Soc.*, IV, 1896.

Cette espèce, comme *S. caudatus*, présente sous l'abdomen une poche marsupiale, comparable à celle des *Aspidoproctus* (fig. 61). Le tégument est assez fortement chitinisé sur le pourtour de l'orifice et on voit, disséminées dans cet épaississement des petites glandes (A, B) qui me paraissent différentes de celles qui sont éparses sur le tégument des autres parties du corps. Sur celui-ci nous trouvons un seul type de glandes à contour externe circulaire, avec un orifice central, le plus souvent allongé entouré de six petits orifices circulaires. Entre ces glandes sont éparses des soies simples de diverses longueurs ; il ne semble pas qu'il existe de soies à collerette bien développée, comme c'est la règle chez les *Icerya* ; tout au plus, voit-on un nombre très restreint de soies (Q), qui paraissent posséder une toute petite collerette.

Chez la larve, le revêtement cutitulaire est tout à fait comparable à celui de l'adulte : un seul type de glandes (C, C_1) qui diffère de celle de la femelle seulement par son diamètre d'un tiers plus petit. Mêmes soies simples, dont deux très longues (le double de la longueur de M) à l'extrémité postérieure du corps. Le tube anal ne paraît pas différencier et ne possède pas d'anneau interne de glandes.

CRYPTICERYA COCKERELL (1895).

Femelle adulte. — Derme chitinisé. Pas d'ovisac, ni de marsupium. Légère substance cotonneuse autour du corps au moment de la ponte. Antenne de onze articles normalement. Tégument garni de glandes d'un seul type et d'une seule taille. Soies simples et également en général soies à collerette. Pas

d'épine. Poils en spatule au mentum. Trois paires de stigmates abdominaux.

Larve. — Six articles aux antennes. Tube anal avec un collier interne de glandes.

Type : *C. rosae* Riley et Howard.

Note. — Ce genre avait disparu de la classification depuis de nombreuses

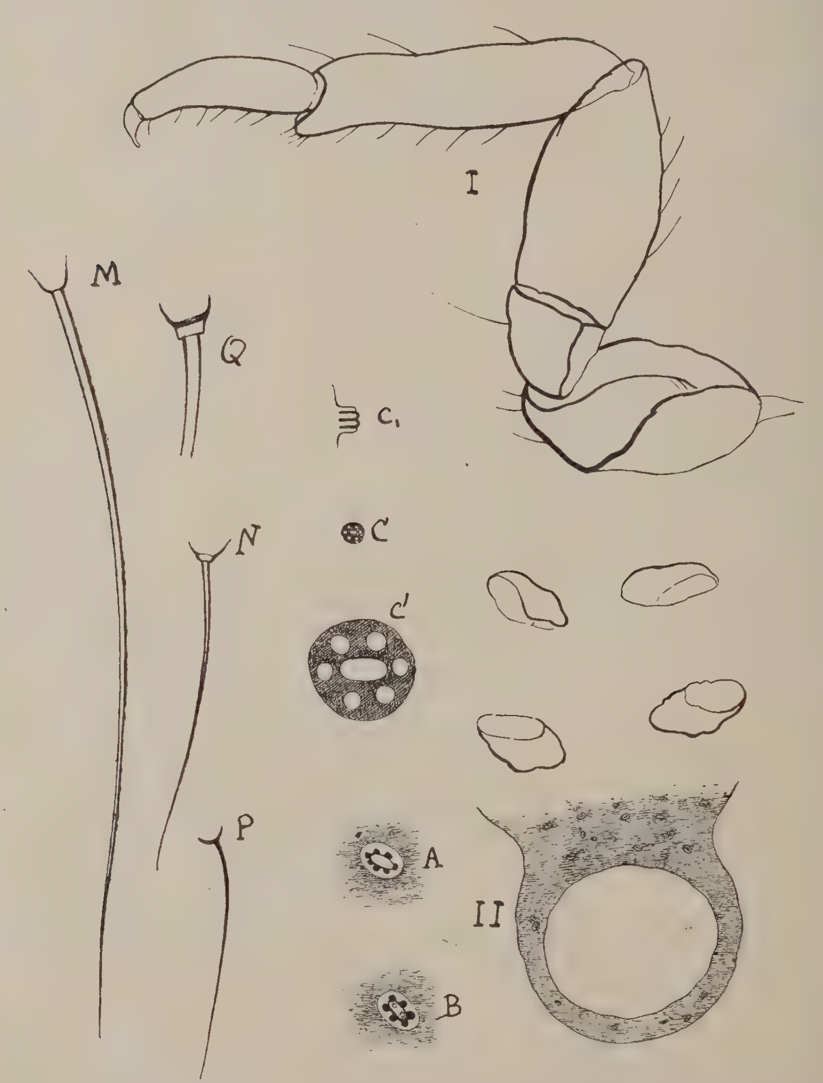


Fig. 61. — *Steatococcus townsendi.* I, patte du premier stade larvaire (Gr = 86) ; II, ouverture de la poche marsupiale chez l'adulte femelle avec, en avant, les hanches des pattes des deux dernières paires (Gr = 36) ; à gauche, les divers éléments du derme (Gr = 540) ; en C', la glande C, très grossie.

années, les espèces qui y étaient incluses étant passées dans le *g. Palæococcus.* J'ai montré que celui-ci n'avait plus sa raison d'être. Je reprends donc *Cryptice-*

rya avec *rosae* comme type, et j'y fais entrer un certain nombre d'espèces qui peut-être un jour apparaîtront comme n'étant pas congénériques avec le type.

C. rosae a en effet des caractères particuliers importants mais qui, dans l'état actuel de nos connaissances, ne m'apparaissent pas nécessiter une coupe générique spéciale.

Espèces du genre :

abrahami Newst. sur *Sapium jeumani.* Guinée ;

+ *bicolor* Newst. sur *Thespesia* sp. Côte-d'Or ;

braziliensis Walk (?).;

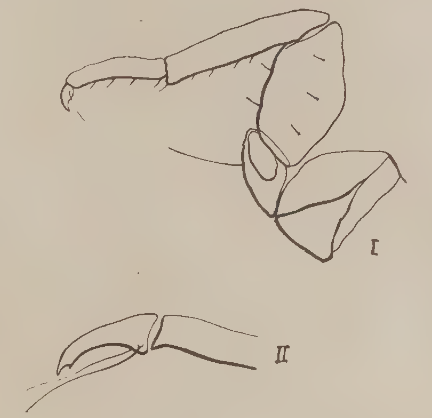
+ *cajani* Newst. sur « Pigeon Pea ». Nigéria ;

ewarti Newst. (?) sur « Peppet ». Afrique occidentale ;

primitiva Towns. sur « nettle tree». Mexique ;

+ *primitiva* var. *pimentæ* Newst.

+ *rosæ* Ril. et How., polyphage, ubiquiste.



CRYPTICERYA ABRAHAMI Newstead.

Newstead, *Bull.entom. Res.* VIII, 1917.

Femelle adulte. — La description de Newstead est très suffisante je me contenterai de la complèter par quelques schémas et annotations.

Les poils en spatule du mentum sont particulièrement bien visibles.

Les trois paires de stigmates abdominaux sont difficiles à mettre en évidence.

De grandes soies à collerette se rencontrent sur tout le pourtour du corps, tandis que le reste du tégument, tant dorsal que ventral est garni de petites soies simples. Un seul type de glandes de petit diamètre sur tout le corps.

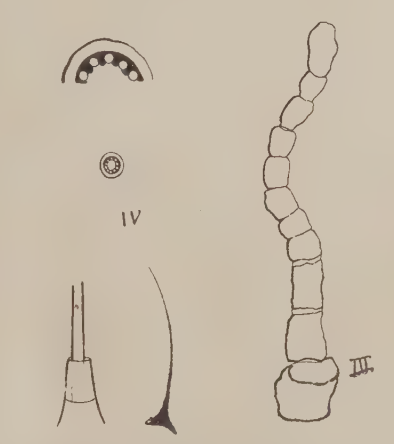


Fig. 62. — *Crypticerya abrahami.* I et III, patte et antenne de la femelle adulte (Gr = 76) ; II, crochet du premier stade larvaire (Gr = 480) ; IV, glande (avec détail très grossi) et soies de la femelle adulte (Gr = 480).

Premier stade larvaire. — Une dent bien développée est présente à l'intérieur du crochet de la larve, dent qui ne se retrouve pas chez l'adulte étudié. Les glandes du tégument sont de la même taille et du memê type que chez l'adulte.

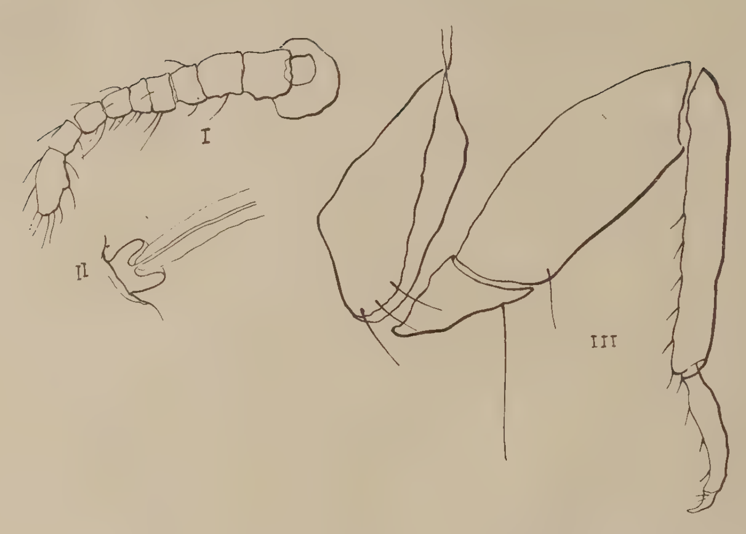


Fig. 63. — *Crypticerya bicolor.* Femelle adulte : antenne et patte (Gr = 60) ; stigmate abdominal (Gr = 360).

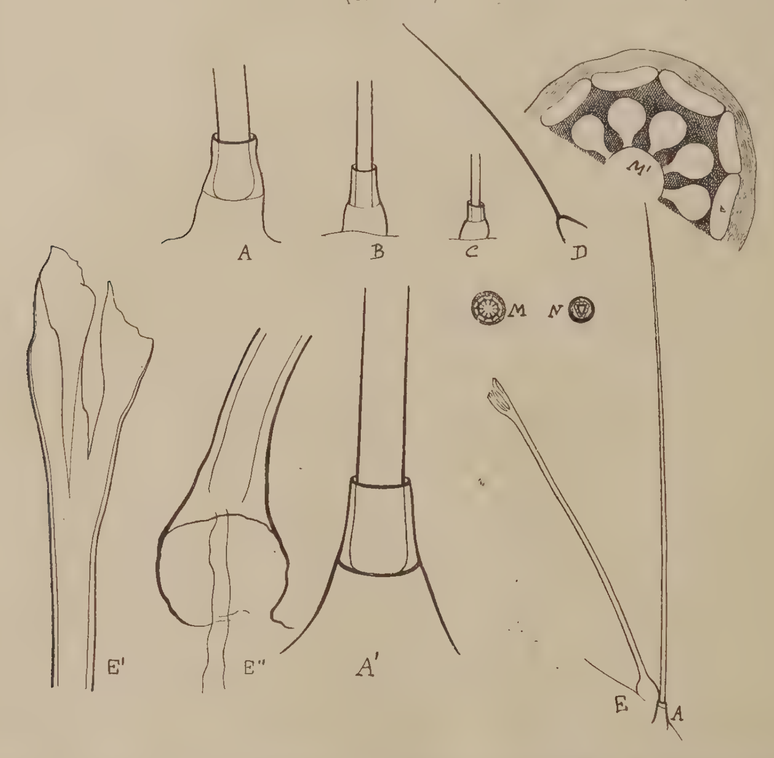


Fig. 64. — *Crypticerya bicolor.* Femelle adulte : ornements du tégument et A, E, soies à collerette et à bulbe du pourtour du corps (Gr = 60) ; A', base de la première, E', extrémité apicale et E'', base de la seconde (Gr = 360) ; A, B, C, D, soie sdiverses du tégument ; M (très grossi en M') et N, glandes (Gr = 360).

Enfin, le tube anal est bien visible et possède un anneau de dix glandes à son intérieur.

CRYPTICERYA BICOLOR Newstead.

Newstead, *Bull. entom. Res.*, VIII, 1917.

La description donnée par Newstead est fort exacte, il suffira de la compléter par les figures qui lui manquent. J'insiste en particulier sur les curieux poils à base renflée et extrémité aplatie et bi- ou trifurquée. Ces poils alternent sur le pourtour avec de longues soies à collerette, sauf à l'extrémité postérieure de l'abdomen où l'on trouve un bouquet de ces soies à collerette (A) mélangées avec des soies à collerette plus petites (B, C) et des soies simples (D). Enfin il ne semble y avoir qu'un seul type de glande multiloculaire, sur tout le corps, avec une dizaine d'orifices périphériques qui ne sont pas toujours très nets. L'orifice central apparait ou circulaire ou triangulaire (M, N). Les soies à bulbes qui paraissent sécrétrices existent également dans tous les stades larvaires, mais l'extrémité apicale est effilée comme aux autres soies. (Pl. IV, fig. 4).

Les trois paires de stigmates abdominaux sont bien visibles, mais aucun marsupium n'a été vu chez la femelle adulte.

(Étude microscopique d'après une préparation *in* coll. Bristish Museum Natural History).

CRYPTICERYA CAJANI Newstead.

Newstead, *Bull. entom. Res.*, VIII, 1917.

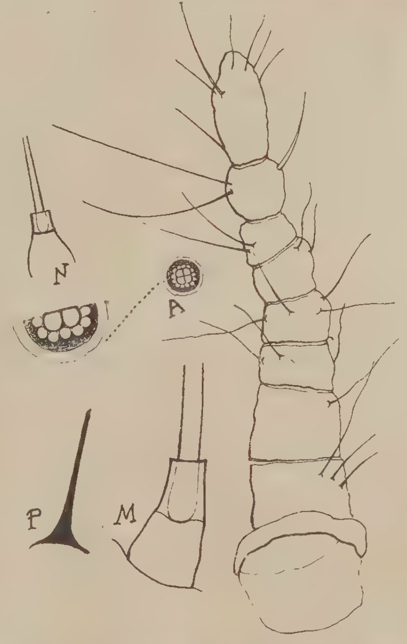


Fig. 65. — *Crypticerya cajani.* Femelle adulte : antenne, ornements du derme (Gr = 480).

Pour compléter la description de Newstead, j'ajouterai que les poils aplatis en spatule du mentum sont bien visibles, qu'il en est de même des trois paires de stigmates abdominaux et qu'il ne paraît y avoir qu'un seul type de glandes multiloculaires distribué sur le tégument. Ces glandes ont un orifice central, plus ou moins subdivisé en quatre loges et tout autour dix à douze petits orifices circulaires. De longues soies à collerette sur tout le pourtour du corps, tandis que de plus petites et des soies simples se rencontrent sur tout le tégument. Je

n'ai pu distinguer de marsupium sur l'exemplaire de la collection du British Museum, qui est justement le type de NEWSTEAD. Aussi, n'ayant que neuf articles aux antennes, cet individu n'est peut-être pas adulte ; ce serait le 3e stade larvaire d'une espèce encore indéterminée.

CRYPTICERYA PRIMITIVA var. *PIMENTÆ* NEWSTEAD.

NEWSTEAD, *Bull. entom. Res.*, VIII, 1917.

Femelle adulte (?). — L'antenne est de neuf articles Le men-

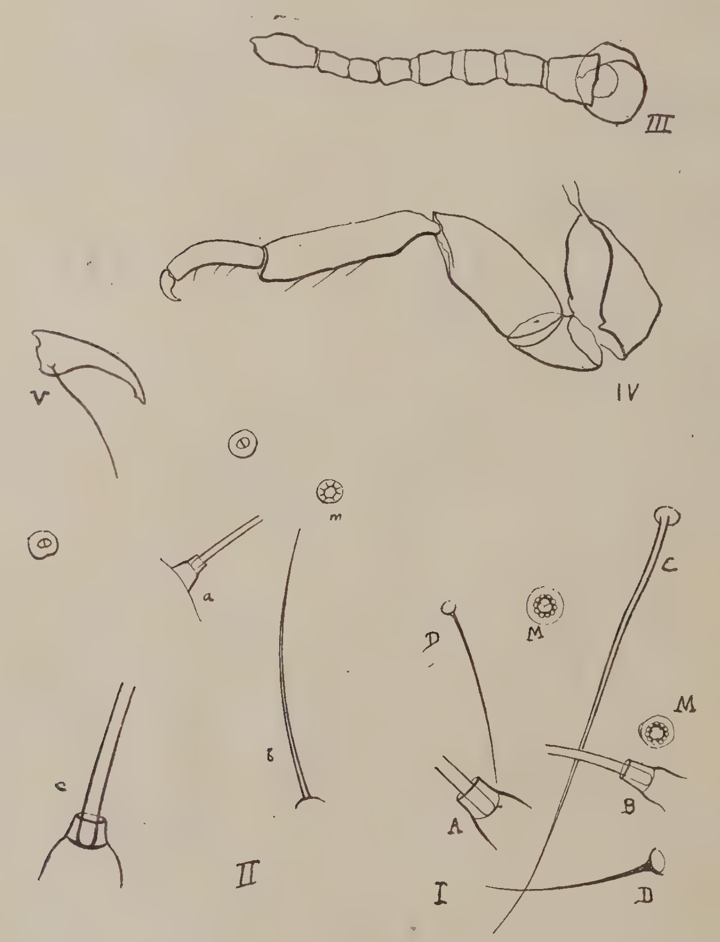


Fig. 66. — *Crypticerya primitiva*, var. *pimentæ*. I, éléments du derme chez l'adulte (?) ; II, éléments du derme chez le premier stade larvaire (Gr = 480) ; III, antenne et IV, patte de l'adulte (Gr = 76) ; V, crochet de la larve (Gr = 480).

tum possède nettement les poils en spatule. — Trois paires de stigmates abdominaux sont bien visibles.

Un seul type de glandes multiloculaires (M) sur tout le tégument : entre les orifices quelques longues soies simples et surtout de courtes soies simples. Enfin sur le pourtour du corps une zone très riche en glandes (M) mélangées avec de longues soies à collerette (A et B).

Larve. — Chez la larve, il faut noter la présence au crochet d'une dent que l'on ne retrouve plus aux crochets des pattes des adultes. L'antenne est de six articles. Sur le tégument sont éparses des petites glandes d'une seule taille ainsi que des soies simples ou à collerette beaucoup plus courtes que celles qui sont à l'extrémité de l'abdomen.

(Étude microscopique d'après un co-type, déposé dans les collections du British Museum Natural History.)

CRYPTICERYA ROSAE Riley et Howard.

Riley et Howard, *Insect Life*, III, 1870-1891.

Femelle adulte. — Le type de Riley et Howard a onze articles aux antennes ; l'individu que j'ai étudié a dix articles d'un côté et de l'autre, presque 11, par suite de la scission à peu près totale du 4e en deux. Tarse avec un fort point d'inflexion à l'intérieur vers le milieu et crochet avec une assez forte constriction dans sa partie médiane. Tégument plus chitinisé que celui des *Icerya* normaux et d'autre part, il est très pauvre en ornement. On trouve éparses, sur le tégument, des glandes (B, C) en rosace qui se détachent en clair sur la couleur foncée de ce dernier et qui paraissent toutes du même type et de la même taille. Des soies simples (S) se rencontrent également ainsi que des soies (T), tronquées à l'extrémité apicale.

De nombreux embryons se trouvaient à l'intérieur de l'individu monté au Baume, après éclaircissement. Tous ces embryons sont caractérisés par des soies tronquées (V) régulièrement disposées, avec l'extrémité apicale légèrement élargie.

Premier stade larvaire. — Antenne de six articles : 6, (2, 3), (1, 4) 5. Sur le dernier article au moins une très longue soie. Les poils en spatule du mentum très minces et longs. Trois paires de stigmates présentes.

Le tégument dorsal est orné, assez nettement, de quatre rangées longitudinales de soies ou épines. Entre les deux rangées les plus proches de la ligne médiane, nous avons deux rangées de glandes (A) plus ou moins circulaires dont le pourtour est garni de six perles, noyées dans une teinte foncée. Les soies des rangées voisines sont toutes sur le même type (N) particulier à cette espèce. En s'approchant du bord du corps, on a encore une rangée longitudinale de glandes, puis une ligne de petits îlots caractéristiques de l'espèce. Ces îlots sont formés chacun par une soie simple (R), une grosse soie tronquée (P) et

une épine (Q) courte et pointue. Enfin, avant d'arriver au bord, on rencontre deux rangées d'épines un peu plus longues que celles (Q) des îlots précédents.

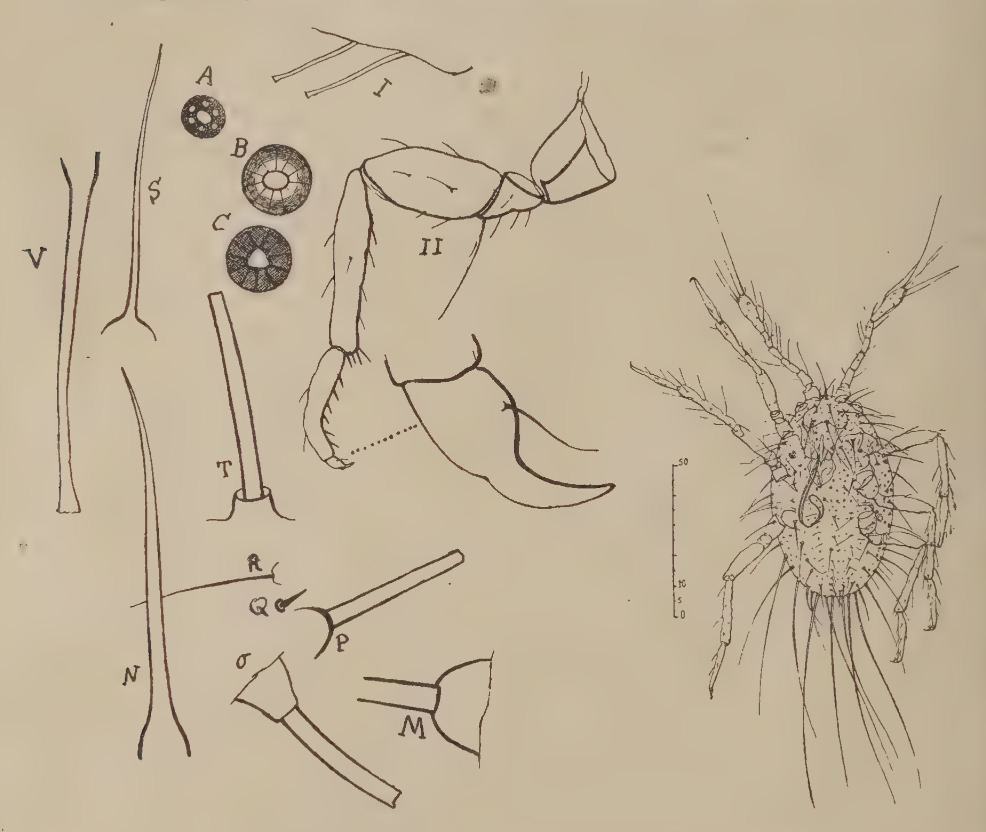


Fig. 67. — *Crypticerya rosæ*. Femelle adulte : I, poils en spatule du mentum (Gr = 666) ; II, patte (Gr = 100) et crochet (Gr = 666) ; les divers éléments du derme, glandes, soies, épines chez l'adulte et chez la larve (Gr = 666).

Fig. 68. — *Crypticerya rosæ*. Premier stade larvaire, vue d'ensemble (Gr = 45).

Tout le pourtour est garni de soies (O) tronquées ou non et, à la partie postérieure, six soies sont beaucoup plus longues (M). Le tube anal possède un collier interne de glandes et l'area anale est entourée de six soies un peu plus longues que celles de la surface du tégument.

Sur la face ventrale, de très rares glandes et de fines soies simples sont éparses sur le tégument.

Observations. — L'étude précédente a été faite sur des échantillons offerts à la Station Entomologique de Paris par E.-E. Green et récoltés à Sydney en 1899, par Froggatt, sur *Grevillea oleoides*.

ICERYA Signoret (1873).

Coccides *Monophlebinæ* à tégument mou et toujours recouvert d'une matière cireuse, plus ou moins floconneuse. Antenne normalement de onze articles. Mentum toujours avec des poils en spatule à son extrémité. Derme sans épines, ni poils glandulaires, garni de soies simples et de soies à collerette bien développée. Pores multiloculaires de plusieurs types et de plusieurs tailles dont, en général, les plus gros sécrètent les filaments vitreux et les plus petits, la matière cotonneuse. Normalement trois paires de stigmates abdominaux. Ovisac en général présent et zone sécrétrice bien délimitée sur la face ventrale de l'abdomen.

Larve avec antenne de six articles.

Type : *I. seychellarum* Westw.

Espèces du genre :

+ *ægyptiaca* Douglas, polyphage, ubiquiste;
albolutea Ckll. sur *Anona squamosa*, Afrique Occidentale ;
+ *brasiliensis* Hemp., polyphage. Brésil ;
candida Ckll. Philippines ;
+ *corticalis* Vayss. Arbre forestier. Congo belge;
euphorbiæ Brain, Euphorbes, Afrique du sud;
formicarum Newst. Nids de fourmis, Indes;
hempeli Ckll. sur Mimosa, Brésil ;
hyperici Frogg. Australie ;
insulans Luederwaldt et Fonseca, Brésil ;
+ *jacobsoni* Green, sur *Dombeya acutangula*. Java ;
kœbelei Mask. sur *Leptospermum lævigatum*, Australie;
+ *littoralis* Ckll. sur *Prosopis* sp., Mexique ;
+ *longisetosa* Newst. sur *Acacia* sp., Afrique Orientale ;
+ *maxima* Newst. *Ficus* sp., Côte-d'Or, Congo belge ; (Pl. VI, fig, 4).
+ *maynei* Vayss. sur *Acalypha* sp., Congo belge;
+ *minor* Green, sur *Manguier*, Indes ;
+ *montserratensis* Riley et How. polyphage. Amérique Centrale ;
+ *natalensis* Douglas sur *Cliffortia serrulata*. Natal ;
+ *nigroareolata* Newst. Caféier, Croton. Afrique Orientale ;
+ *palmeri* Riley et How. sur *Coursetia* sp.. Amérique ;
+ *pilosa* Green, sur *Spinifex squarrosus*. Ceylan ;
+ *pulcher* Leon. polyphage Indes. Philippines ;
+ *purchasi* Mask. polyphage, ubiquiste ;
+ *rileyi* Ckll. polyphage. Etats-Unis ; (Pl. VI, fig. 3).
+ *schoutedeni* Vayss. sur *Acalypha Wilkesiana*. Congo belge;
+ *schrottkyi* Hemp. Brésil ;

\+ *seychellarum* Westw. polyphage, ubiquiste ;
splendida Linding. Afrique orientale ;
subandina Leon. sur *Bulvesia retana.* Argentine ;
\+ *sulfurea* Linding. sur *Ficus elastica*, Caféier. Afrique Orientale ;
sulfurea, var *pattersoni* Newst. sur *Tectona* sp., Côte-d'Or ;
\+ *tremae* Vayss., polyphage, Congo belge ;
zeteki Ckll. Panama.

ICERYA BRASILIENSIS Hempel.

A. Hempel *Rev. do Musea Paulista*, p. 370, IV. 1900.

La description et les dessins fournis par Hempel sont suffisamment précis en ce qui concerne les caractères macroscopiques. J'ajouterai seulement quelques indications sur les ornements du tégument. (Pl. VI, fig. 1).

On trouve, éparses sur ce dernier, des petites soies (M et N) mélangées à des

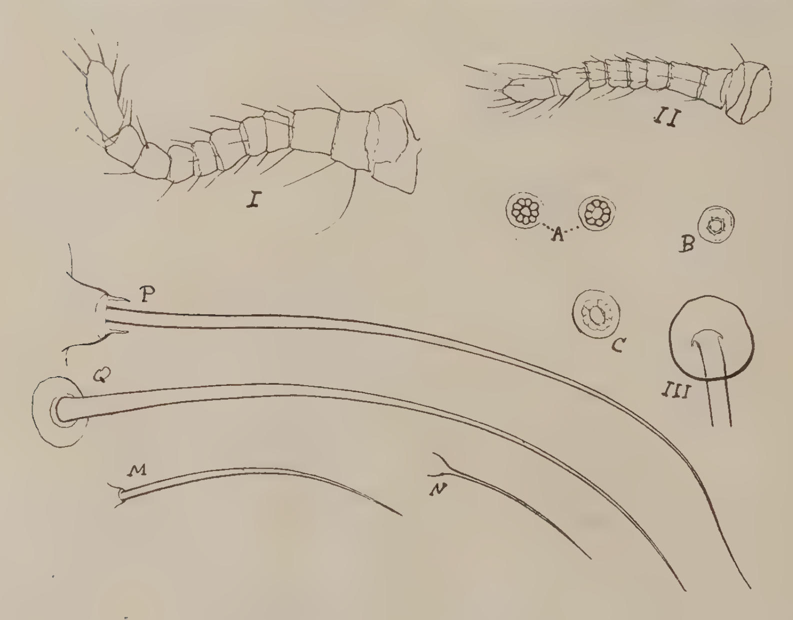


Fig. 69. — *Icerya brasiliensis.* I, antenne de la fémelle adulte ; II, antenne du troisième stade larvaire (Gr = 75) ; III, stigmate abdominal (Gr = 500) ; ornements du derme (Gr = 500).

glandes multiloculaires (A) qui paraissent toutes du même type ; sur certains points du corps, des glandes (B) se rencontrent qui, après de nombreuses observations sur les trois individus mis à ma disposition me paraissent identiques aux glandes A dont le cloisonnement interne n'a pas pris la coloration de la même manière. Sur le pourtour du corps, de longues soies à collerette P sont de distance en distance. L'area anale est garnie de glandes multiloculaires (C)

moins chitinisées que celles déjà signalées sur le tégument, avec quelques robustes soies sans collerette (Q).

Enfin, je note que j'ai constaté la présence des poils en spatule au mentum et des trois paires de stigmates abdominaux qui ne paraissent pas avoir d'atrium.

(Étude microscopique, d'aprés une préparation *in* coll. E.-E. GREEN, ex coll. HEMPEL.)

ICERYA CORTICALIS nov. sp.
(Pl. II, fig. 4).

T r o i s i è m e s t a d e l a r v a i r e. — (Conservé à sec). — Echantillons très recroquevillés d'avant en arrière, même après ébullition dans la potasse et l'eau. Ils sont enveloppés dans une matière cotonneuse blanche très abondante.

Antenne de neuf articles. Pas d'appareil buccal chez les exemplaires

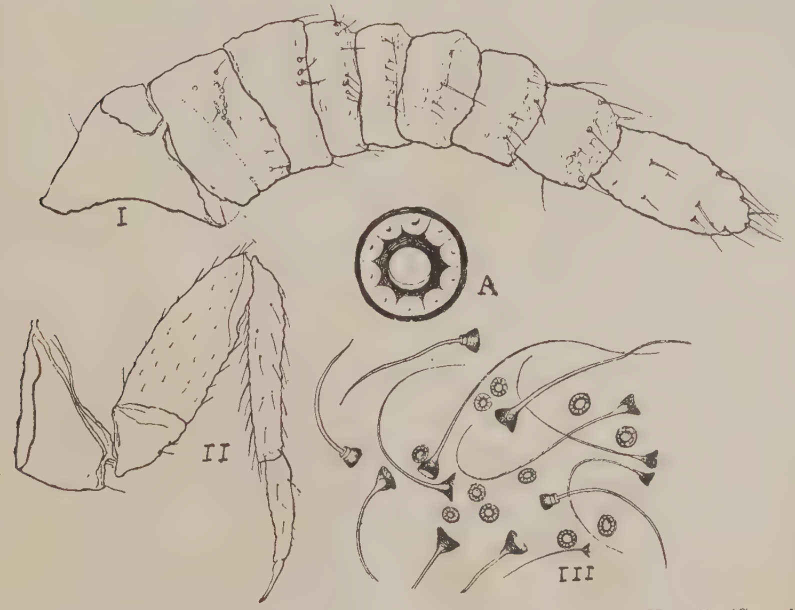


Fig. 70. — *Icerya corticalis.* Troisième stade larvaire : I, antenne (Gr = 90) ; II, patte (Gr = 45) ; III, portion du tégument (Gr = 220) ; en A, une des glandes (Gr = 1100).

montés en préparation. Pattes normales : cinq organes sensoriels sur le trochanter, ce qui est un caractère larvaire. Derme extrêmement riche en glandes circulaires en rosace, toutes du même type et de même taille. Entre ces orifices secréteurs, un très grand nombre de soies simples. Quelques longues soies à collerette sur le pourtour du corps.

M â l e. — Longueur : 7 millimètres sans les prolongements abdominaux qui ont 1 millimètre. Envergure : 15^{mm},5 à 16 millimètres. Antenne, de 6 milli-

mètres de long avec dix articles, du 3e au 9e, binoduleux avec de longues soies très nombreuses sur chaque article. Yeux composés avec une grosse ocelle latérale accolée à la base. Trois paires de stigmates abdominaux.

Chaque segment du corps donne naissance, latéralement, à un bouquet de soies simples et de soies à collerette mélangées à des glandes multiloculaires à quatre ou six orifices, sensiblement toutes de même diamètre. Ces organes

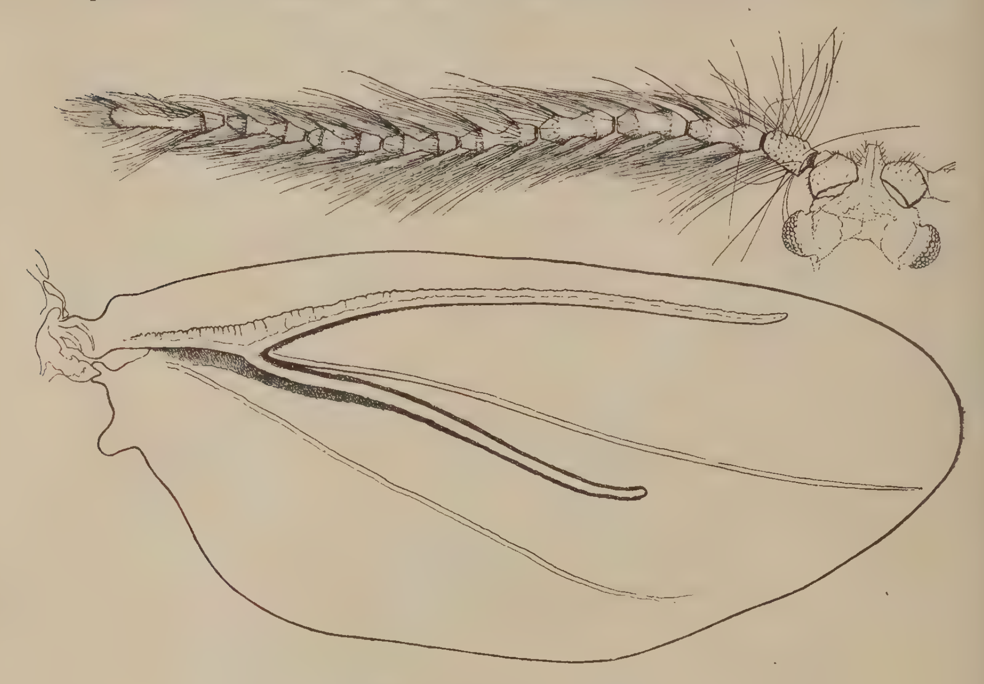


Fig. 71. — *Icerya corticalis*. Antenne et aile de l'adulte mâle (Gr = 18).

sécréteurs se rencontrent également sur tout le tégument au milieu de soies nombreuses.

Les deux appendices post-abdominaux sont ornés, chacun, d'une vingtaine de longues soies avec encore quelques glandes.

Enfin les balanciers sont terminés par une vingtaine de soies recourbées en leur milieu et dont l'extrémité est renflée et arrondie.

Observations. — La position systématique de cet insecte est provisoire. Les articles des antennes binoduleux, les soies à collerette, les trois paires de stigmates abdominaux, en particulier, font que les mâles sont très voisins de ceux des *Icerya*. On ne peut rien conclure des caractères du 3e stade larvaire ; les échantillons que j'ai étudiés sont très probablement au dernier stade larvaire de la série mâle ; ce qui explique l'absence d'appareil buccal. Donc nous n'avons absolument aucune indication sur les caractères de la série femelle, les seuls qui ont une valeur taxonomique.

Ces coccides ont été récoltés par R. MAYNÉ, en novembre 1915, à Makaïantête (Congo belge) dans les anfractuosités de l'écorce d'un arbre indéterminé en forêt.

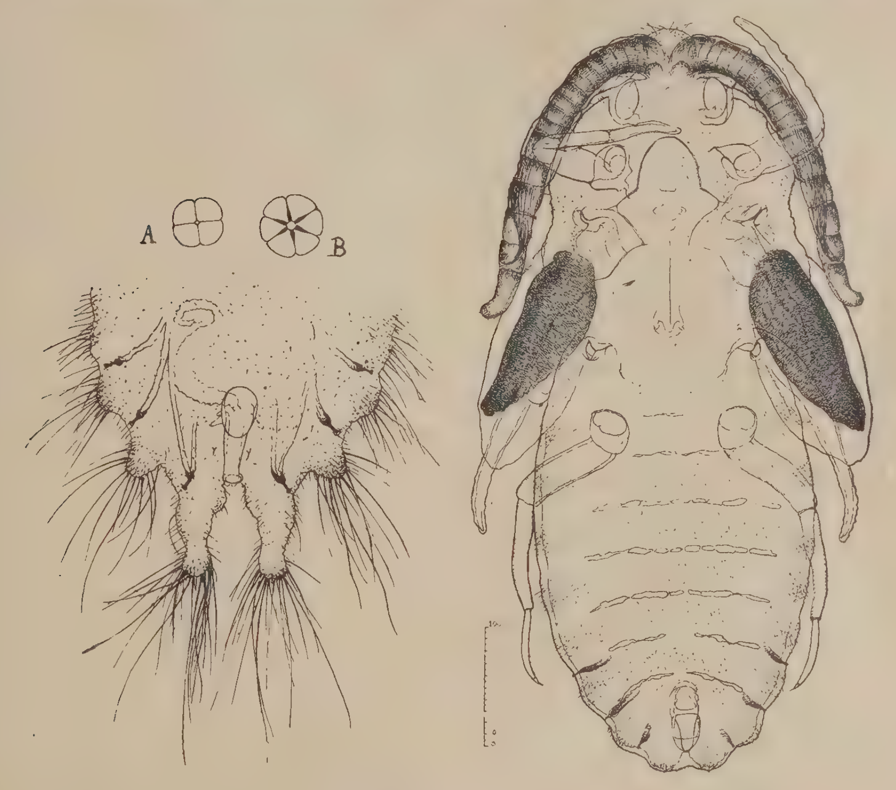


Fig. 72. — *Icerya corticalis*. Extrémité postérieure de l'abdomen du mâle (Gr = 18). En A et B, glandes du tégument (Gr = 666).

Fig. 73. — *Icerya corticalis*. Nymphe, dégagée de son cocon cireux (Gr = 18).

(Type *in* coll. Musée du Congo à Tervueren et *in* coll. Station entomologique de Paris.)

ICERYA LITTORALIS COCKERELL.

COCKERELL : *Ann. Mag. N. H.*, VII, I, p. 429, 1898.

F e m e l l e a d u l t e . — Poils en spatule du mentum présents. Stigmates abdominaux bien développés, sans doute au nombre de trois paires, mais je n'ai pu déceler la présence que de quatre d'entre eux, sur la préparation qui était défectueuse.

Sur la face dorsale sont éparses des grandes glandes perlées (A, B) mélangées à des soies simples (N, P) ou à collerette (Q). L'area anale est plus riche en glandes du même type que le reste du tégument et au milieu de celles-ci on

voit de fines soies à collerettes (Q) au nombre de vingt-cinq à trente.

Du côté ventral, le tégument est garni de petites glandes (C, D) et des mêmes soies (N, P, Q) que sur la face dorsale. Autour de l'abdomen, la zone sécrétrice de la paroi externe de l'ovisac (1) comprend de très nombreuses glandes (A, B), du même type que celles de la face dorsale, mais très serrées les unes contre les autres et entre lesquelles sont parsemées des soies spinuleuses

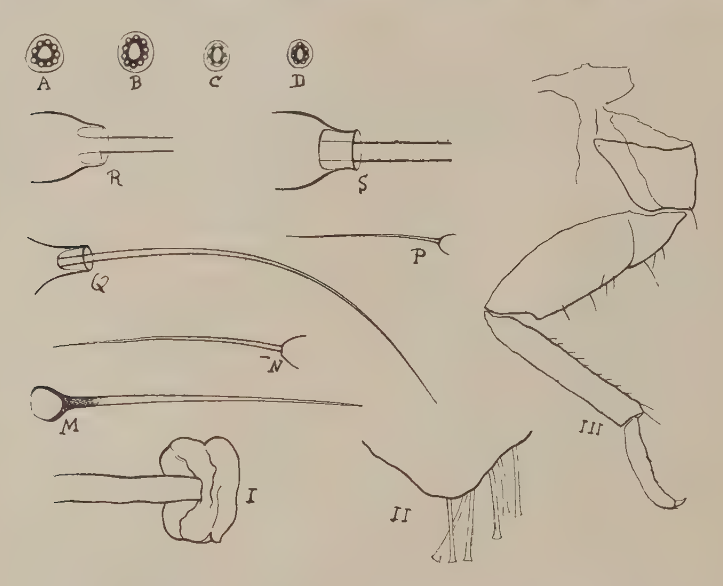


Fig. 74. — *Icerya littoralis.* Femelle adulte : I, stigmate abdominal et II, poils en spatule du mentum (Gr = 500) ; III, patte (Gr = 50) ; divers éléments, glandes et soies du derme (Gr = 500).

(M). Il y a lieu d'ajouter que, d'une façon générale, indépendamment de la zone sécrétrice de l'ovisac, le tégument dorsal est beaucoup plus riche en glandes et soies que le tégument ventral : sur une même étendue, pour dix à douze glandes dorsales, on ne compte que deux à trois glandes ventrales.

Enfin, sur tout le pourtour du corps, les éléments sécréteurs (A et B) sont nombreux et entre eux, de distance en distance, se détachent de longues soies à collerette (R, S) dont les bases sont sur deux types assez constants.

Premier stade larvaire. — Le 6e article de l'antenne est terminé par cinq à six soies d'une longueur égale à la longueur de l'antenne tout entière. A l'extrémité de l'abdomen, trois paires de soies aussi longues que le corps de l'insecte. A l'extérieur de ces ornements, on rencontre encore, de chaque côté une soie qui est moitié moins longue que ses voisines.

Le tégument possède les mêmes glandes et les mêmes soies que celui de

(1) Cette région glandulaire spéciale qui se rencontre chez tous les *Icerya* à ovisac, est naturellement continue, circumabdominale et passe dans sa partie antérieure immédiatement derrière les points d'insertion des pattes de la troisième paire. C'est, en général, entre ces deux appendices, qu'on peut le mieux étudier la composition en glandes ou soies de la zone sécrétrice de l'ovisac.

l'adulte et enfin le tube anal est particulièrement bien visible avec un collier simple de huit glandes, espacées les unes des autres.

(Étude miscroscopique d'après des échantillons récoltés sur Croton au Mexique, et préparés *in* coll. E. E. GREEN, ex coll. U. S.Bureau of entomology.)

ICERYA LONGISETOSA NEWSTEAD.

NEWTSEAD : *Mitt. Zool. Mus.*, V, 2, Berlin, 1911.

Je ne connais sur cet insecte, en dehors de la description originale accompagnée par une excellente figure d'ensemble de la larve, que deux lignes de LINDINGER (1912-1913) qui complètent utilement l'étude de NEWSTEAD en donnant un bref signalement : « enveloppe cireuse constituée par des filaments blancs épais, peu denses, très longs, tordus ou enroulés en boucles ».

J'ai eu l'occasion de voir dans la collection de E. E. GREEN des échantillons de l'*I. longisetosa* récoltés sur *Morus* sp. au Congo belge par RINGOOTS. D'autre part, l'étude d'une préparation microscopique des collections du British Museum me permet d'apporter quelques observations personnelles.

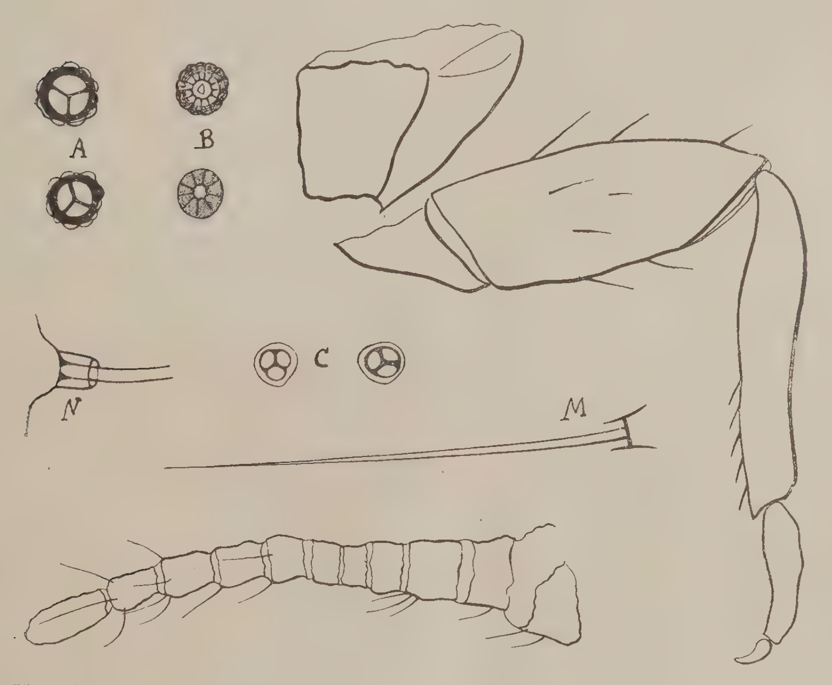


Fig. 75. — *Icerya longisetosa.* Patte et antenne de la femelle adulte (Gr = 76) ; glandes et soies (Gr = 480).

Tout d'abord, NEWSTEAD aurait étudié une femelle adulte à neuf articles aux antennes. J'ai eu sous les yeux une femelle avec le nombre normal d'ar-

ticles aux antennes, soit onze (fig. 75). Les pattes sont très robustes. De fines soies à collerette sur le tégument qui en est riche surtout dans la région ventrale céphalo-thoracique. Trois types de glandes bien distinctes : le plus répandu est une glande triloculaire très fortement chitinisée (A). On la trouve dorsalement, en particulier dans la région moyenne de chaque segment et sur le pourtour du corps. Un deuxième type (B) est beaucoup moins chitinisé que le précédent il se présente avec un nombre variable de loges périphériques, mais avec un seul orifice central. Il se rencontre, en petite quantité, épars sur le tégument et en groupes denses en certains points ; il forme, notamment à la partie postérieure du métathorax, une large bande transversale qui est accolée sur toute sa longueur avec le segment antérieur de la zone sécrétrice de l'ovisac. Cette zone est continue autour de l'abdomen et est formée exclusivement par de petites glandes trioculaires (C) très serrées les unes contre les autres. On compte quatre à cinq glandes sur la largeur de la bande.

(Étude microscopique d'après une préparation, *in* coll. British Museum Natural History.)

ICERYA MAYNEI nov. sp.

Caractères macroscopiques. — Femelle adulte. Echantillons conservés à sec et ayant souffert. Corps rougeâtre complètement enveloppé dans une matière cotonneuse blanche de texture relativement serrée, sauf sous la région abdominale ventrale où cette substance est plus lâche. On ne voit aucune autre ornementation extérieure bien nette, mais par les vestiges retrouvés dans le tube d'envoi, j'ai l'impression que cet insecte a des filaments cireux rappelant ceux que l'on trouve chez *Icerya ægyptiaca* ou *I. jacobsoni*. Dimensions (d'après des échantillons montés en préparation) : Longueur : 7-8 millimètres; largeur : 5 millimètres.

Caractères microscopiques. — Antennes de onze articles : 11, 2, (1, 3, 8), (9, 10), (4, 5, 6, 7). Mentum avec de nombreux poils en spatule dont l'extrémité apicale est légèrement plus chitinisée.

La première paire de stigmates thoraciques est légèrement plus petite que la seconde. Les trois paires de stigmates abdominaux, sur les 6e, 7e et 8e segments, se voient avec netteté sur le pourtour du corps.

Les pattes sont longues, le tibia ayant une longueur égale à deux fois et demie celle du tarse. Quatre organes sensoriels de chaque côté du trochanter qui a une longue soie à sa base.

L'orifice anal est délimité par un anneau chitinisé, mais on ne distingue pas de tube anal. L'area voisine est ornées à sa périphérie de longues soies (Q), au nombre d'une douzaine, avec une base bien développée mais sans collerette. A l'intérieur de cette même area, le tégument est garni de glandes circulaires

(D), peu chitinisées ayant un orifice central et une série de pores périphériques (14 à 16).

La fente génitale, sur la face ventrale, est localisée grâce à ses lèvres bien



Fig. 76. — *Icerya Maynei.* Femelle adulte : vue d'ensemble (Gr = 18).

apparentes et surtout par l'area qui l'entoure et qui est ornée de nombreuses glandes (C), rappelant celles signalées sur la zone anale ; elles ont un plus grand diamètre et des parois plus épaisses. Ces glandes sont mélangées, à peu près en nombre égal, avec des soies simples (O) de longueur variable. En arrière de l'area génitale, se trouvent les trois grands cercles qui sont constants chez les Monophlébines et qui ont sensiblement ici les mêmes dimensions.

L'élément qui caractérise la face dorsale est une glande de grand diamètre (B) à disposition interne hexagonale avec côtés très chitinisés. Ces glandes, disposées sans ordre apparent dans la région céphalique, sont groupées sur les segments suivants en bande transversale, au milieu de chacun d'eux : huit rangées régulières constituent ces bandes sur les segments thoraciques, six sur les



Fig. 77. — *Icerya Maynei.* Femelle adulte : antenne (Gr = 90) ; patte (Gr = 50).

premiers segments abdominaux et quatre seulement sur les deux derniers. Entre ces grosses glandes, sont éparses des soies à collerette (N), dont un bouquet, formé par les plus longues (M), se rencontre dans la région frontale. Réunissant entre elles les bandes transversales précédentes, de petites glandes (A) circulaires, très chitinisées, à orifice central triloculaire, sont réparties sur tout le tégument ; elles sont disséminées dans la partie antérieure du corps et elles se groupent les unes contre les autres tout autour de l'area anale.

Ces mêmes glandes (A) se retrouvent sur tout le tégument ventral, mélangées, à peu près en nombre égal, avec des petites soies simples (P, O). Dans la région céphalo-thoracique, entre les antennes et les pattes, sont de grosses glandes hexagonales (B) avec de longues soies à collerette (N). Enfin, au niveau de l'insertion des pattes de la 3e paire, une bande transversale est formée par

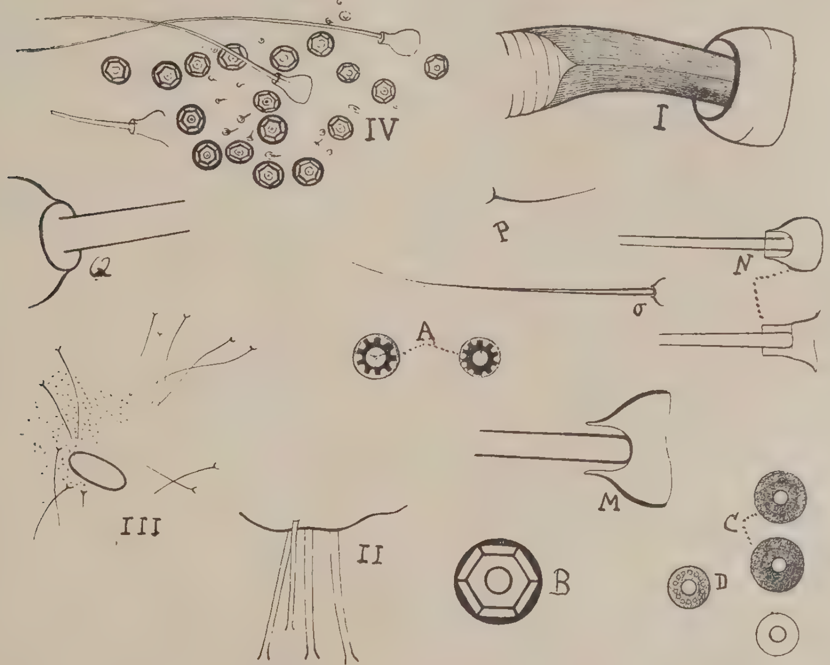


Fig. 78. — *Icerya Maynei.* Femelle adulte : I, stigmate abdominal (Gr = 666) ; II, poils en spatule du mentum (Gr = 666) ; III, orifice anal et area voisine (Gr = 50) ; IV, morceau du tégument latéral (Gr = 220) ; A, B, C, D, M, N, O, P, Q, les divers ornements du derme (Gr = 666).

quatre à cinq rangées de ces grosses glandes hexagonales. Immédiatement en arrière, se trouve le segment antérieur de la zone sécrétrice de l'ovisac, constituée par quatre à cinq rangées de petites glandes (A) très serrées entre elles. Cette zone fait le tour de l'abdomen.

Le pourtour du corps est garni de glandes hexagonales (B), dont le nombre est particulièrement important au niveau des bandes transversales dorsales. Il y a aussi, aux extrémités de celles-ci, des îlots très riches, en ces gros éléments qui se détachent très nettement sur les préparations.

Observations. — Cet insecte a été récolté sur *Acalypha*, à Makaïantête (Congo belge) par R. Mayné, le 20 juillet 1917. Il se rapproche, par la présence de ses glandes hexagonales, d'*Icerya nigroareolata* Newst. Mais ces éléments chez *I. Maynei* sont beaucoup plus grands.

(Types, *in* coll. Musée du Congo belge (M. T. 100) à Tervueren et *in* coll. Station entomologique de Paris.)

ICERYA MINOR Green.

E. E. Green, *Mem. Dept. Agric. India*, II, 2, 1908.
M. Lefroy, *Mem. Dept. Agric. India*, II, 7, 1908.

Icerya minor est une des rares Monophlébines dont nous avons non seulement une description mais également une étude biologique (M. Lefroy) et des reproductions en couleur, tant de la série mâle que de la série femelle. Il me suffira pour rendre complète la documentation déjà existante sur cette espèce d'apporter les schémas correspondant à l'étude que j'ai pu faire d'une préparation bien décolorée.

De longues soies à collerette (M) sont groupées, sur le pourtour du corps, en bouquet de trois, quatre ou cinq ; il semble bien que chaque segment du corps possède un de ces groupes de soies dans la partie médiane de ses bords

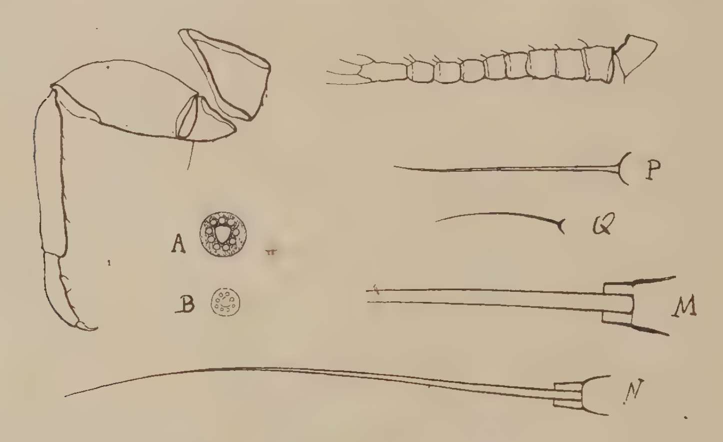


Fig. 79. — *Icerya minor*. Femelle adulte : antenne et patte (Gr = 66) ; ornements du derme (Gr = 666).

latéraux. Le tégument, tant dorsal que ventral, est parsemé de soies à collerette (N) plus petites que les soies marginales, de soies simples (P, Q) et de glandes circulaires (A, B) de deux diamètres différant du simple au double, mais du même type, comprenant un orifice central triangulaire, entouré d'une série de huit à dix perles.

Il y a lieu de faire remarquer que l'*I. minor*, au moment de la ponte, ne sécrète pas d'ovisac comparable à celui d'*I. purchasi*, *littoralis*, *longisetosa*, etc. Les œufs sont simplement déposés dans une matière cotonneuse comparable à celle qui ornemente les régions du corps autres que l'abdomen. Ce caractère biologique aurait pu être prévu et est confirmé par l'absence autour de l'abdomen d'une zone secrétrice comme celle qui existe dans les espèces que je viens de citer.

(Étude microscopique, d'après « co-type », récolté sur Manguier (Bengal, Indes) ex coll. H. M. Lefroy, *in* coll. E. E. Green.)

ICERYA MONTSERRATENSIS Riley et Howard.

Riley et Howard, *Insect Life*, III, 1890-91.

La description originale serait suffisante si elle était complétée par quelques indications sur l'ornementation du tégument. Celle-ci paraît assez simple d'après la préparation que j'ai eu entre les mains. Sur le tégument, tant dorsal que ventral, on trouve de petites glandes à contour chitinisé (B) éparses entre

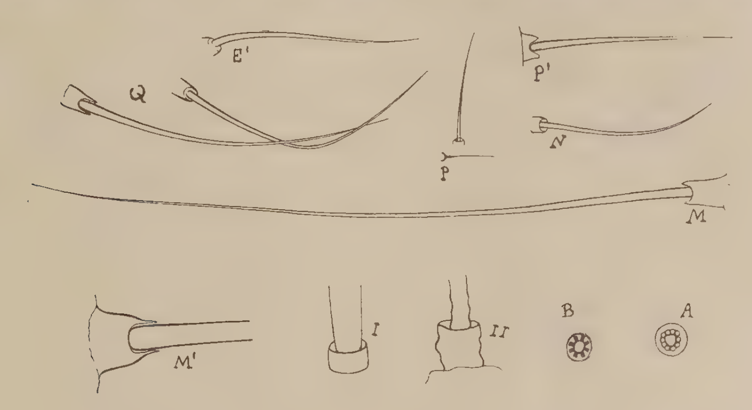


Fig. 80. — *Icerya montserratensis*. Femelle adulte : I et II, deux aspects des stigmates abdominaux (Gr = 50) ; soies et glandes du tégument : M, N, P, Q (Gr = 270) ; A, B, M′, P′, E′ (Gr = 500).

de petites soies simples (N et P). Sur le pourtour du corps et principalement sur le bord des segments antérieurs et des segments postérieurs, sont de très longues soies à collerette (M, M′). A la face dorsale, l'area anale est caractérisée par une agglomération de glandes (A) moins chitinisée que les glandes du reste du tégument, avec un diamètre supérieur à celui de ces dernières et dont l'orifice central est entouré par une dizaine de perles. Avec ces glandes, on trouve des soies à collerette (Q) dont la longueur ne dépasse pas la moitié de celle des soies marginales (Pl. VI, fig. 2).

Enfin, les mêmes glandes (A) de l'area anale se retrouvent sur la face ventrale où elles constituent la zone sécrétrice de l'ovisac tout autour de l'abdomen.

(Étude microscopique d'après un échantillon sur *Psidium*, Grenada W. I. ex coll. Riley, *in* coll. E. E. Green.)

ICERYA NATALENSIS Douglas.

Douglas, *Ent. Mont. Mag.* XXV, 1888.

Brain, *Trans. R. Soc. South Africa*, V, 2, 1915.

Brain donne des indications morphologiques et biologiques sur cette espèce qui n'avait plus été rencontrée depuis 1888. Ayant eu la bonne fortune

de pouvoir étudier un échantillon de Douglas, j'apporte un complément d'information particulièrement utile.

Cet exemplaire a environ 13 millimètres de long et 5 de large. Antennes et pattes normales ; sur le trochanter de ces dernières une longue soie. Trois paires de stigmates abdominaux bien visibles. De même, les trois cercles chitinisés qui se rencontrent ventralement chez tous les *Icerya* sont très

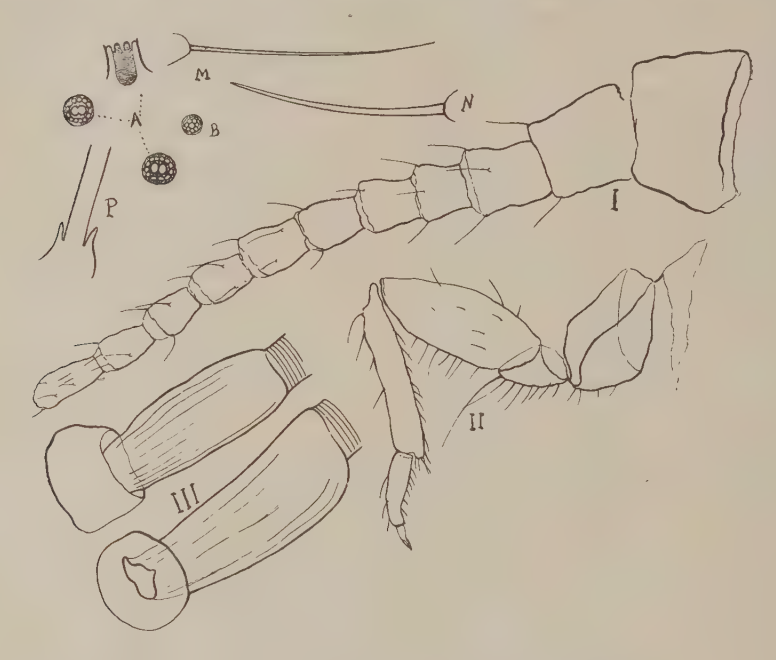


Fig. 81. — *Icerya natalensis*. Femelle adulte : I, antenne (Gr = 60) ; II, patte (Gr = 25) ; III, stigmate abdominal sous deux aspects (Gr = 360) ; A, B, M, N, P, ornements du derme (Gr = 360).

apparents et ont, tous trois, sensiblement le même diamètre. L'orifice anal n'est pas entouré par une area différenciée et n'est pas la terminaison du tube anal plus ou moins chitinisé comme chez certaines espèces voisines. Il se présente sous la forme d'un simple anneau chitinisé.

Au mentum, on voit très nettement les petits poils en spatule. Enfin, le revêtement cuticulaire est caractérisé par la présence de glandes (A et B) multiloculaires, de deux tailles différentes, la plus grande avec une dizaine de perles, l'autre, sept seulement. Entre ces orifices sont surtout des soies simples (M, N) et, seulement à la partie antérieure du corps et en petit nombre sur le pourtour, quelques longues soies à collerette (P). Ces dernières justifient, ainsi que la présence des trois paires de stigmates abdominaux, le passage de l'espèce dans le genre *Icerya* : Douglas l'avait décrite dans le genre *Ortonia* (= *Llaveia*).

ICERYA NIGROAREOLATA Newstead.

Newstead, *Bull. entom. Res*, VIII, 1917.

Je n'apporterai ici que quelques détails destinés à compléter la bonne description de Newstead.

Les poils en spatule du mentum, signalés chez les autres espèces du même genre, existent également chez *I. nigroareolata*. Il en est de même des trois

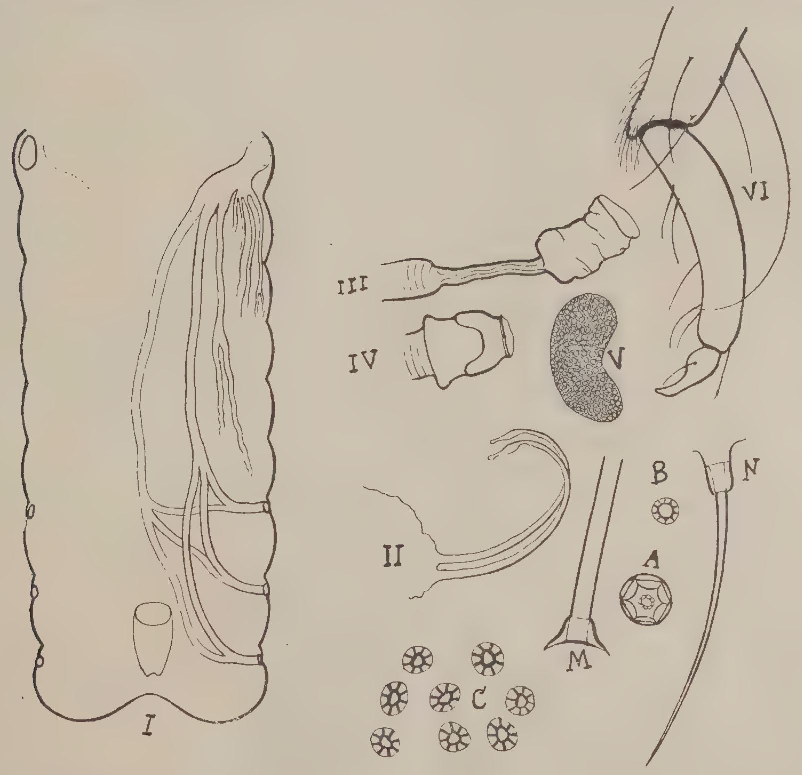


Fig. 82. — *Icerya nigroareolata*. I, schéma de l'abdomen du mâle pour montrer la disposition de l'appareil respiratoire ; II, balancier du mâle (Gr = 360) ; III, stigmate abdominal ♀ ; IV, stigmate abdominal ♂ ; V, une des cicatrices ventrales de la femelle ; VI, extrémité de la patte ; A, B, M, N, ornements du derme ♀ ; C, glandes du derme ♂ (Gr = 480).

paires de stigmates abdominaux que j'ai pu, en particulier, étudier chez le mâle. Les soies qui ornent le tégument sont courtes, fines et simples ou bien longues et à collerette (M), ces dernières forment un bouquet entre les antennes. Sur l'area anale, sont présentes cinq à six longues soies robustes (N).

Ainsi que l'a représenté Newstead, deux types de glandes se rencontrent sur le tégument : un grand (A), hexagonal, avec autour de l'orifice central, un collier d'une dizaine de perles et un petit (B) qui a sa bordure externe avec 6,8, 10 perles à aspect variable, à orifice central d'apparence souvent triangulaire.

Cette petite glande forme également la zone sécrétrice de l'ovisac où les éléments sont serrés, les uns contre les autres, sur cinq rangées dans la bande transversale antérieure et sur trois seulement au pourtour de l'abdomen.

Le tube anal est présent et est garni à son intérieur d'un collier d'une douzaine de glandes, dont le diamètre paraît intermédiaire entre ceux des deux glandes du tégument.

Les trois areas (cicatrices), foncées chez *I. nigroareolata* et postérieures à la fente génitale, sont relativement de grande dimension.

Les caractères de la larve sont bien nets ainsi que NEWSTEAD le signale.

Chez le mâle, je noterai que les balanciers sont formés seulement de deux crochets recourbés à extrémité apicale en bouton.

(Étude d'après des préparations de co-type, *in* coll. British Museum, Natural History.)

ICERYA PALMERI RILEY ET HOWARD.

RILEY et HOWARD, *Insect life*, 1890.
TOWNSEND, *Journ. N. Y. entom. Soc.*, 1898.

L'espèce a été décrite par RILEY et HOWARD, uniquement sur des caractères larvaires. Ce n'est que TOWNSEND qui ultérieurement a fourni une description sommaire de la femelle, d'après un seul exemplaire. Il est donc très nécessaire de combler la lacune existante.

Je rappelle les caractères extérieurs qui ont été donnés par TOWNSEND et qui sont conformes à ce que j'ai pu constater sur les échantillons conservés dans l'alcool :

Longueur y compris ovisac, supérieure à 11 millimètres. La plus grande largeur du corps et de l'ovisac : 5 millimètres. Largeur de l'ovisac à l'extrémité, 4 millimètres, hauteur de l'insecte : 4 millimètres, de l'ovisac : $4^{mm},5$.

Femelle adulte. — Corps rouge, pattes et antennes noires, couvert aussi bien que le ventre avec une sécrétion farineuse blanche. Bords du corps, avec des filaments courbés, modérément longs, de sécrétion blanche, un paquet central dorsal de sécrétion filamenteuse étant nuancé de jaune soufre pâle. Pas de filament vitreux apparemment sur le corps.

Ovisac blanc pur, non cannelé, présentant une surface lisse comme la chaux, large et robuste, 8 millimètres de long en dessous et 7 millimètres en dessus. Cette espèce ressemble à *rileyi* par son ovisac lisse non cannelé.

Caractères microscopiques. — Antennes de onze articles :

11, 2, 1, 3 (4, 6, 7, 8), 10 (5,9).

Poils en spatule du mentum très courts et larges. Pattes robustes avec une longue soie sur le trochanter et une légère constriction vers le milieu du tarse.

Stigmates abdominaux présents : trois paires. L'orifice anal est un anneau chitinisé sans tube anal apparent, mais l'area voisine est riche en glandes en rosace (D) et est entourée de longues soies sans collerette (Q). La fente génitale

se localise grâce à un area garnie de glandes (A) à orifice central triloculaire plus ou moins net et bordé d'une dizaine de perles. En arrière, se voient les trois cicatrices ventrales, rencontrées chez les autres *Icerya*. La face dorsale est parsemée de glandes à contour très chitinisées (B) et de soies simples et à collerette. Ventralement on rencontre, en beaucoup moins grand nombre que sur la face opposée, des glandes très semblables (C) mais moins chitinisées et quelques soies.

Enfin, *I. palmeri* m'apparaît essentiellement caractérisé par les éléments de la zone sécrétrice de l'ovisac. Cette zone est relativement très large tout autour de l'abdomen ; elle comprend un mélange très serré de grandes soies



Fig. 83. — *Icerya palmeri*. Femelle adulte : I, antenne, ; II, patte (Gr = 75) ; III, poils en spatule du mentum (Gr = 500) ; ornements du derme (Gr = 500).

à collerette (M), de soies simples (P, Q) et surtout de poils (N) à base large et extrémité effilée, entre lesquels en nombre à peu près égal sont des glandes (A) du même type que celles de l'area génitale.

Premier stade larvaire. — Townsend insiste, dans la description qu'il fournit de ce stade, sur la constriction du 6e article de l'antenne. Je ne pense pas que ce caractère soit bien spécifique. Le corps est entouré par une frange de longues soies à collerette (T), chacune d'elle étant accompagnée par une soie simple (S) moins longue et par une ou deux glandes (F) à orifice central simple. A l'extrémité postérieure, trois paires de très longues soies, égales au moins à la longueur du corps, à base puissante mais sans collerette. Le tégument dorsal est orné, sur chaque segment, d'une ligne transversale de longues soies à collerette (S), mêlées à de petites soies simples (R) ; cette rangée est entourée de chaque côté (en avant et en arrière) par une file de glandes (F) du même type que sur les bords des segments. La face ventrale est très pauvre en ornement ; on n'y trouve seulement qu'une file longitudinale, de chaque côté, de glandes (F) dont il n'y a qu'un élément par segment.

Observations. — Cette étude a pu être faite, grâce à l'amabilité de

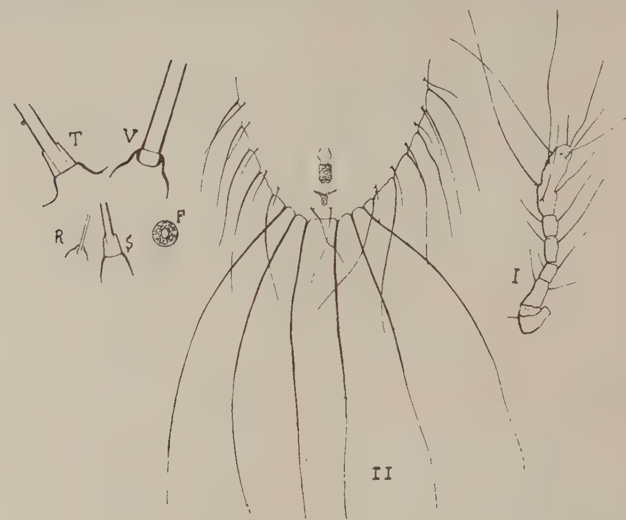


Fig. 84. — *Icerya palmeri.* Premier stade larvaire : I, antenne ; II, extrémité de l'abdomen (Gr = 75) ; ornements du derme (Gr = 500).

M. Carlos Porter qui a offert en 1913 à la Station entomologique de Paris, de nombreux exemplaires d'*I. palmeri*, récoltés au Chili.

ICERYA PULCHER Léon.

= *ordinata* Green

Leonardi, *Ann. R. Scuola Agric.* Portici, 1907.

Les descriptions et figures des divers stades d'évolution d'*I. pulcher* qui



Fig. 85. — *Icerya pulcher.* Antenne et patte de l'adulte femelle (Gr = 90).

ont été publiées par Leonardi et par Morrison (1921) sont conformes aux

caractères que j'ai pu observer sur des échantillons d'*I. ordinata* (= *pulcher*), sur *Michelia champaca*, récoltés à Singapour et offerts par E.-E. Green. Je donne un dessin d'une antenne (dix articles et d'une patte de la femelle adulte). Les poils en spatule existent à l'extrémité du mentum, et chez la larve, le tube anal est bien visible avec huit glandes en collier.

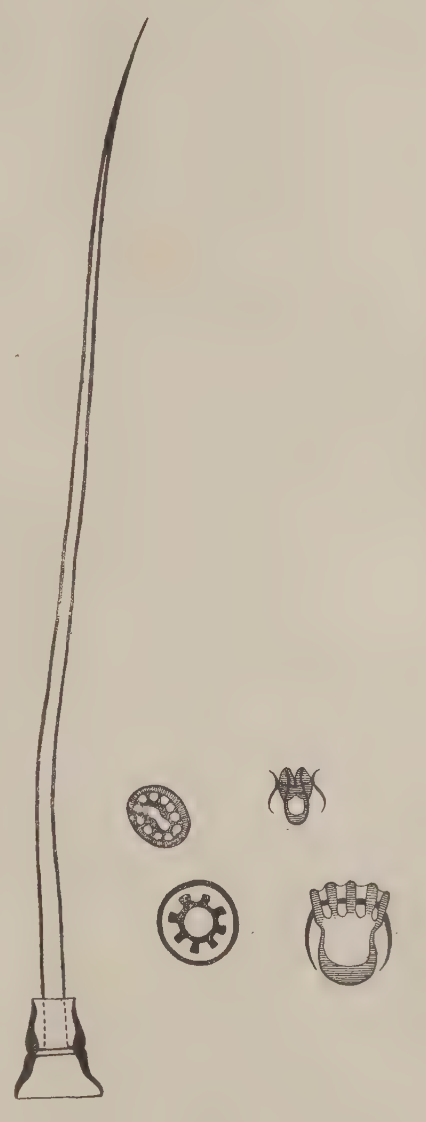


Fig. 86. — *Icerya purchasi*. Glandes et soie à collerette du tégument de la femelle adulte (Gr = 640).

ICERYA PURCHASI Maskell.

Maskell, N. Z. Trans, XI, 1878.

Je n'insisterai pas particulièrement sur cette espèce qui est la Monophlébine la mieux connue et la plus riche comme bibliographie. C'est en étudiant *I purchasi* que j'ai découvert l'existence des poils sensoriels du mentum qui ont la forme de spatule (fig. 4, p. 213). J'ai tenté avec cette espèce des essais d'élevage de *Crypto chætum grandicorne* qui ont été infructueux (voir p. 251).

I. purchasi est la seule espèce de la sous-famille qui a deux paires de stigmates abdominaux (7e et 8e segments) ; la valeur fonctionnelle de ces organes paraît très faible.

J'ai découvert, en 1921, un foyer de cette cochenille aux environs de Paris, mais il ne s'est pas maintenu grâce à des mesures énergiques de destruction.

ICERYA SCHOUTEDENI nov. sp.

Caractères macroscopiques. — (Échantillons conservés dans l'alcool). — Femelle adulte. Longueur : 6 millimètres ; largeur : 4 millimètres (abdomen).

Débarrassés de tout revêtement, l'insecte apparaît de couleur rouge brique avec des pattes mi-noirâtres (trochanter et fémur), mi-rougeâtre (tibia plus tarse). Forme générale des *Icerya* ; abdomen plus large que la partie antérieure du

corps et segmentation abdominale très nette. Chaque segment formant un bourrelet latéral. Les sécrétions cireuses sont pour un même individu soit blanches, soit jaunes, les deux couleurs sont rarement mélangées. Une matière farineuse, plus ou moins compacte couvre toute la face dorsale. Le corps est bordé de baguettes cireuses, dont le nombre ne doit pas dépasser douze de chaque côté. Les plus longues, à la partie postérieure de l'abdomen atteignent

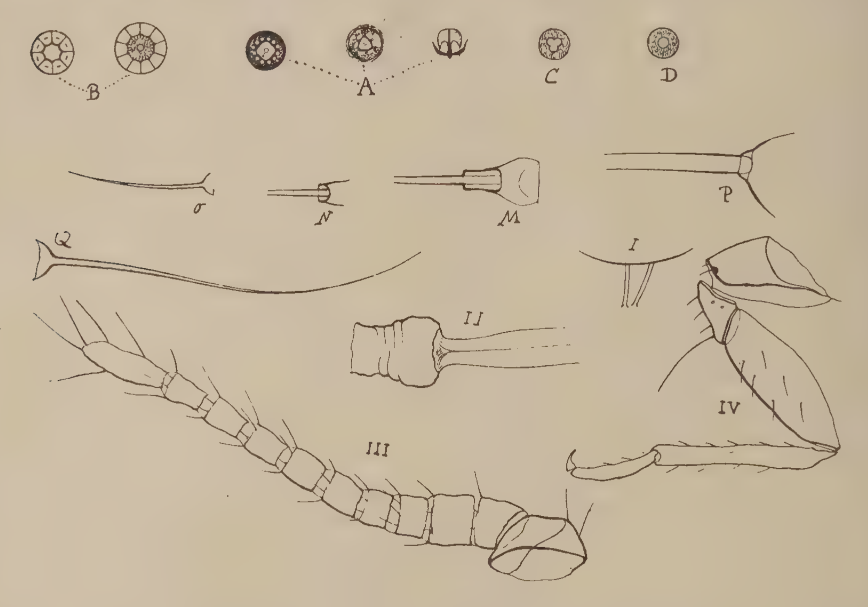


Fig. 87. — *Icerya schoutedeni.* Femelle adulte : I, poils en spatule du mentum (Gr = 500) ; II, stigmate abdominal (Gr = 500) ; III, antenne (Gr = 75) ; IV, patte (Gr = 36) ; éléments divers du derme (Gr = 500).

à peine la longueur de la moitié du corps et ne paraissent pas devoir s'accoler pour former un ovisac comparable à celui de l'*Icerya purchasi.*

L'ovisac est formé par une poche cireuse à texture plutôt lâche bien délimitée sur tout son pourtour, c'est-à-dire sur tout le pourtour de l'abdomen.

Caractères microscopiques. — Femelle adulte : Antenne de onze articles : 11 (2, 3), 10 (1, 9), (6, 7), 8 (4, 5). Mentum avec les poils en spatule, courts, mais bien caractérisés. Pattes plutôt grêles et allongées. Trochanter avec huit organes sensoriels (quatre de chaque côté) et une longue soie près de sa base.

Les stigmates de la paire antérieure sont plus petits que ceux de la 2e paire thoracique. Trois paires de stigmates abdominaux très apparents.

L'orifice anal se présente sous forme d'un cercle chitineux ; mais on ne voit pas de tube anal. L'area voisine est limitée par une dizaine de grosses soies (P) à forte pièce basilaire, mais sans collerette bien définie. L'area est garnie de glandes (D), très serrées les unes contre les autres : elles apparaissent

avec un contour peu chitinisé et un orifice central entouré de dix à douze perles, noyées dans une teinte claire. Sur la face ventrale, la fente génitale est également bien localisée au milieu d'une zone tapissée de glandes (C), à orifice central plus ou moins nettement triloculaire, mélangées avec de fines soies simples (O). En arrière de l'area génitale, on voit les trois cercles chitinisés, rencontrés chez tous les *Icerya*. Ils sont ici entourés d'un tégument à peu près complètement dépourvu de glandes ou soies.

Le revêtement cuticulaire dorsal est uniformément constitué par des soies

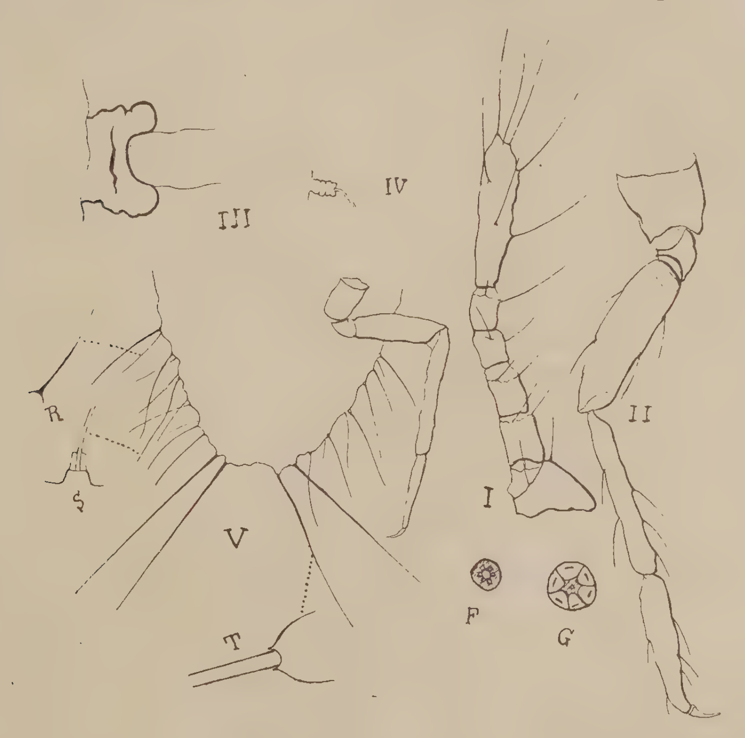


Fig. 88. — *Icerya schoutedeni*. Premier stade larvaire : antenne et patte (Gr = 196) ; III, stigmate thoracique ; IV, stigmate abdominal (Gr = 666) ; V, abdomen (Gr = 100) ; glandes (F, G) et soies (R, S, T) (Gr = 666).

à collerette de longueur différente, mélangées avec des glandes fortement chitinisées (A), susceptibles de se présenter en plan avec un orifice central tri ou quadriloculaire, l'aspect en profil étant constant. Ce sont ces glandes qui sécrètent la matière farineuse qui recouvre le tégument. Ventralement, on rencontre, en petit nombre ces mêmes glandes (A) qui sont accompagnées d'un nombre de soies beaucoup moindre et la plupart simples.

Le pourtour du corps est particulièrement riche en glandes ; on y trouve deux zones concentriques : du côté dorsal, une bande continue de dix à douze rangées (en largeur) de glandes (A) identiques à celles du tégument dorsal ou

ventral. Du côté ventral, cette bande est doublée par quatre à cinq rangées de grosses glandes multiloculaires (B) à larges pores extérieurs et à très petits pores vers l'intérieur où ils ne sont pas toujours visibles. Ces grosses glandes sont plus nombreuses dans la région thoracique. Elles sont les agents de sécrétion des gros ses baguettes cireuses.

Les segments abdominaux par contre ont, sur la face ventrale, la zone secrétrice de la paroi de l'ovisac ; c'est une bande continue de trois à quatre rangées de glandes (A), tri-ou quadriloculaires, serrées les unes contre les autres. Elle est accolée, sur les côtés et en arrière, à la zone de grosses cellules (B) et en avant, elle traverse le corps en dessous de la ligne d'insertion de la 3e paire de pattes.

Premier stade larvaire. — Antenne de six articles, le sixième avec quatre à cinq soies égales à sa longueur. Pattes longues avec tarse robuste. Les stigmates thoraciques et les stigmates abdominaux se présentent avec un aspect identique, la taille seule étant différente. Pourtour du corps orné de soies à collerette (S) et simples (R) ; à l'extrémité postérieure deux paires de longues soies (T) sans collerette. Groupées avec les soies latérales, sont de grosses glandes (G) en rosace, au nombre de 2-3 par segment. Sur le tégument dorsal, on voit de petites glandes (F) à orifice central circulaire, entouré de six loculis d'apparence rectangulaire. Ces organes secréteurs sont régulièrement disposés avec des soies simples (R) ou à collerette (S).

Le tube anal est présent avec un collier intérieur de neuf à dix glandes.

Observations. — Cet insecte a été récolté à Eala (Congo belge) en juillet 1915, sur *Acalypha Wilkesiana* par R. Mayné. Je me fais un plaisir de le dédier à M. Schouteden, à l'amabilité duquel je dois de pouvoir étudier les riches matériaux qui font partie des collections du Musée du Congo.

(Types : *in* coll. Musée du Congo à Tervueren et Station entomologique de Paris).

ICERYA SEYCHELLARUM Westwood.

= *crocæ* Green ; *okadæ* Kuwana

Westwood. *Gard. Chron.* 1855.

De nombreuses descriptions et bonnes figures de cette espèce existent déjà dans la littérature sur les Coccides (Brain 1915, Kuwana 1922, Morrison 1920).

Je rappellerai seulement que la coloration de la matière cotonneuse qui recouvre le corps est très variable, du blanc à peu près pur au jaune or.

Les poils en spatule du mentum sont bien visibles. L'area anale est nettement délimitée par une vingtaine de longues soies sans collerette. Sur la face dorsale, on rencontre les trois sortes de glandes qui ornent le tégument de cette espèce et parmi lesquelles la plus grande taille avec sa petite incurvation

vers l'intérieur est, je pense, caractéristique de l'*I. seychellarum* (fig. 90). Sur la face ventrale, cette grande glande n'existe plus, mais on la retrouve sur le pourtour du corps, formant des amas (une douzaine de chaque côté) avec de longues soies à collerette. Enfin la zone sécrétrice de l'ovisac qui comprend



Fig. 89. — *Icerya seychellarum*. Femelle adulte, vue d'ensemble (Gr = 18).

dans la rangée antérieure (transversale) cinq, six rangées de glandes du petit diamètre et seulement trois rangées sur le pourtour de l'abdomen.

Observations. — J'ai eu entre les mains des échantillons de diverses provenances :

Seychelles (Mahi), sur plante indéterminée, offert par E.-E. Green, à la Station entomologique de Paris ;

Madagascar, récolté à Tananarive par M. Decary, sur *Eugenia jamboliana* (19 janvier 1921), sur Palmier hyphaene (12 février 1921), sur Chêne (12 février 1921) et sur une Loranthacée (12 février 1921). Ces matériaux font partie des collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

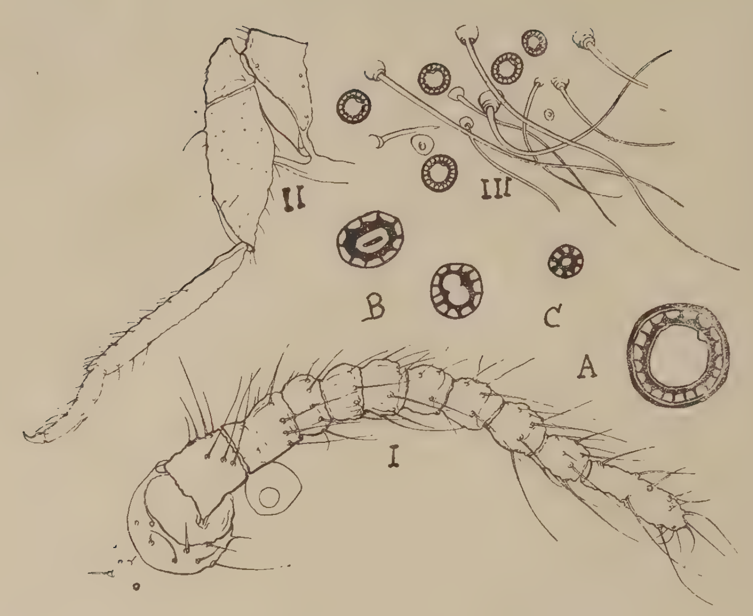


Fig. 90. — *Icerya seychellarum.* Femelle adulte : I, antenne et II, patte ; III, une petite portion du tégument (Gr = 220) ; A, B, C, les trois types de glandes (Gr = 666).



Fig. 91. — *Icerya seychellarum.* Troisième stade larvaire, vue d'ensemble (Gr = 27).

ICERYA SULFUREA, VAR. *PATTERSONI* NEWSTEAD.

NEWSTEAD, *Bull. entom. Res.*, VIII, 1917.

Dimensions de la femelle adulte montée en préparation. Longueur : $5^{mm},5$; largeur : $3^{mm},5$. NEWSTEAD donne de cet insecte une description macroscopique et des figures de l'antenne et d'une patte, suffisantes. J'ajouterai que l'area anale est garnie de glandes particulières (C) à double collier extérieur de perles. Ces éléments sécréteurs sont mélangés avec des soies robustes à pièce basilaire bien développée, mais sans collerette. La structure

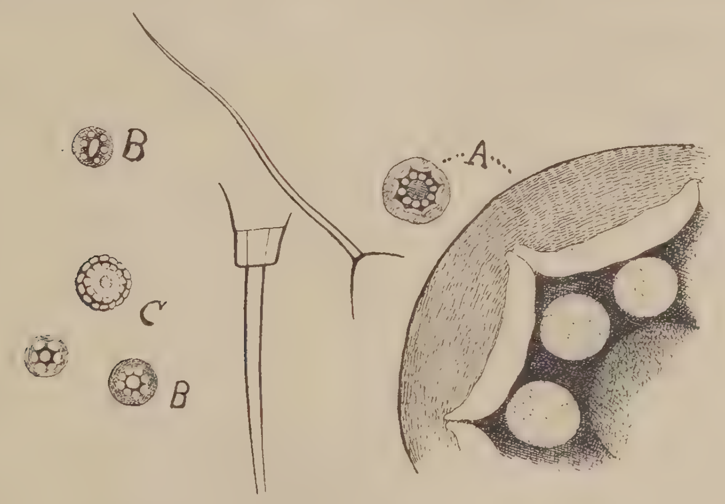


Fig. 92. — *Icerya sulfurea*, var. *pattersoni*. Femelle adulte : les ornements du derme (Gr = 720). Détail de A, très grossi.

cuticulaire générale comprend surtout des petites glandes (B) circulaires, susceptibles de se présenter sous divers aspects, entre lesquelles sont éparses des soies simples ou à collerette (M, N). Ces soies sont beaucoup plus longues sur le pourtour du corps où elles sont accompagnées de grosses glandes (A) qui montrent une région centrale foncée, entourée d'une douzaine de perles, noyées dans une partie chitinisée épaisse, à l'extérieur de laquelle on perçoit en général des loges, disposées octogonalement (différence avec *I. tremae*).

Enfin, à la face ventrale, il existe la zone sécrétrice de l'ovisac qui est constituée par des petites glandes (B) du tégument, serrées les unes contre les autres sur le pourtour de l'abdomen.

(Étude microscopique d'après une préparation, *in* coll. British Museum Natural History.)

ICERIA TREMÆ nov. sp.

Femelle adulte. — Dimensions : échantillons à sec, longueur : 4 à 5 millimètres ; largeur maximum : 3 à 3mm,5. Dans l'alcool, longueur : 8 millimètres ; largeur : 4 millimètres (Pl. VI, fig. 5).

Forme générale ovale. Corps rouge carmin avec antennes et pattes brun rougeâtre. La substance cireuse qui couvre la face dorsale est d'un beau jaune

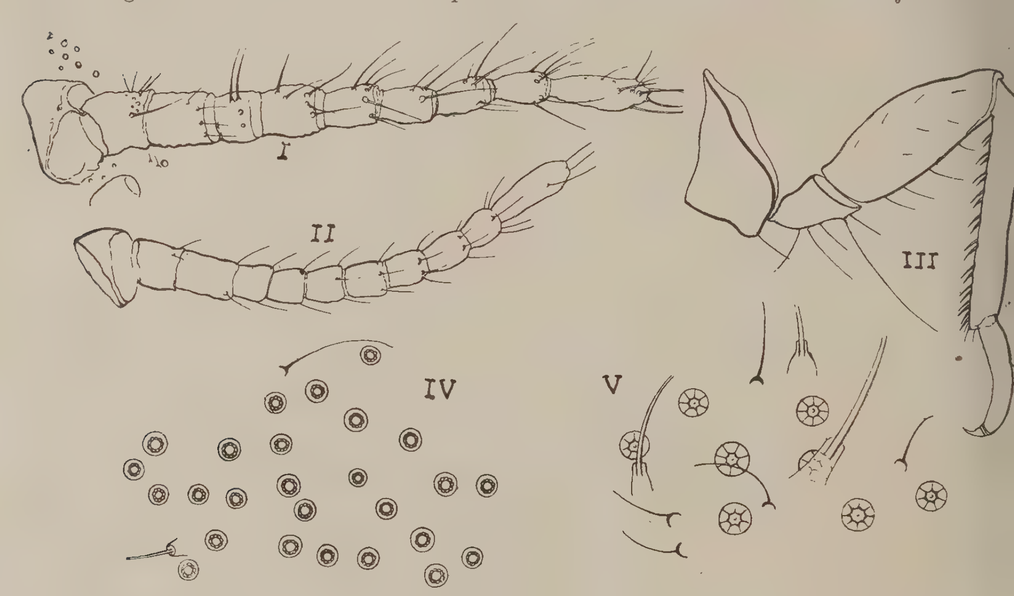


Fig. 93. — *Icerya tremæ*. Femelle adulte : I et II, antenne (Gr = 90) ; III, patte (Gr = 90) ; IV, portion du tégument dorsal, dans la région frontale et V, portion du tégument ventral entre les antennes (Gr = 360).

soufre, tandis que celle de la face ventrale est d'un blanc pur. Tout autour du corps des prolongements cireux jaunes dont dix de chaque côté et deux impairs un antérieur, un postérieur. Sur la ligne médiane longitudinale du corps, sont également des petits prolongements verticaux dont la réunion forme une arête. Enfin les prolongements latéraux de l'abdomen, qui sont les plus longs, se replient vers la face ventrale où ils maintiennent le feutrage lâche dans lequel les œufs sont pondus. L'ovisac n'est pas clos. Antennes de onze articles (un exemplaire à dix seulement) :

11, (1, 9, 10) (2, 8), (3, 6, 7), (4, 5)

et 10, 3, (5, 6, 7, 8, 9), 2, 4, 1.

Les poils en spatule du mentum sont minces et de longueur moyenne.

Les pattes sont longues et minces avec de fortes épines au bord interne du tibia. Les stigmates thoraciques sont sensiblement égaux entre eux. Les stig-

mates abdominaux au nombre de trois paires, sont prolongés intérieurement par une longue chambre chitinisée.

Les areas anale et génitale sont garnies, toutes deux, des mêmes glandes (D) à grand orifice central clair, à pourtour en rosace et à contours peu chitinisés. La première de ces areas (anale) est limitée par six longues soies (Q) sans

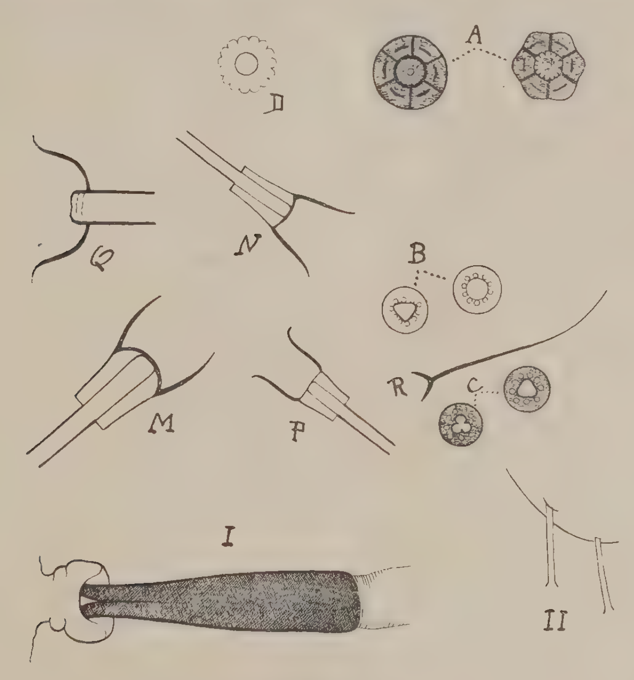


Fig. 94. — *Icerya tremæ*. Femelle adulte : I, un stigmate abdominal ; II, poils en spatule du mentum ; A, B, C, D, M, N, P, Q, R, ornements du derme (tous les dessins, Gr = 666).

collerette mais à base très puissante. Un tube anal court et chitinisé est visible. Ventralement derrière la fente génitale, sont les trois cicatrices normales. Le revêtement cuticulaire dorsal est formé par des glandes claires (B), à une dizaine de perles sur le pourtour, éparses entre les fines soies simples (R) très nombreuses et à collerette (P). Ces éléments sont plus serrés sur le pourtour de l'abdomen. Sur la face ventrale, sont disséminées quelques glandes (C) à orifice central plus ou moins nettement triloculaire et des soies simples (R) de longueurs diverses. Tout le corps est bordé par une bande presque continue de grosses glandes (A) d'aspect hexagonal, formant en certains points des îlots plus riches. A la partie antérieure du corps, ces glandes sont mélangées à de très longues soies à collerette (M) ; latéralement et à la partie postérieure, les soies (N, P) sont plus fines et plus courtes mais ont des collerettes exceptionnellement longues.

Enfin, la zone secrétrice de l'ovisac est formée par une bande continue

sur quatre à cinq rangées, de glandes (C) triloculaires, relativement très chitinisées.

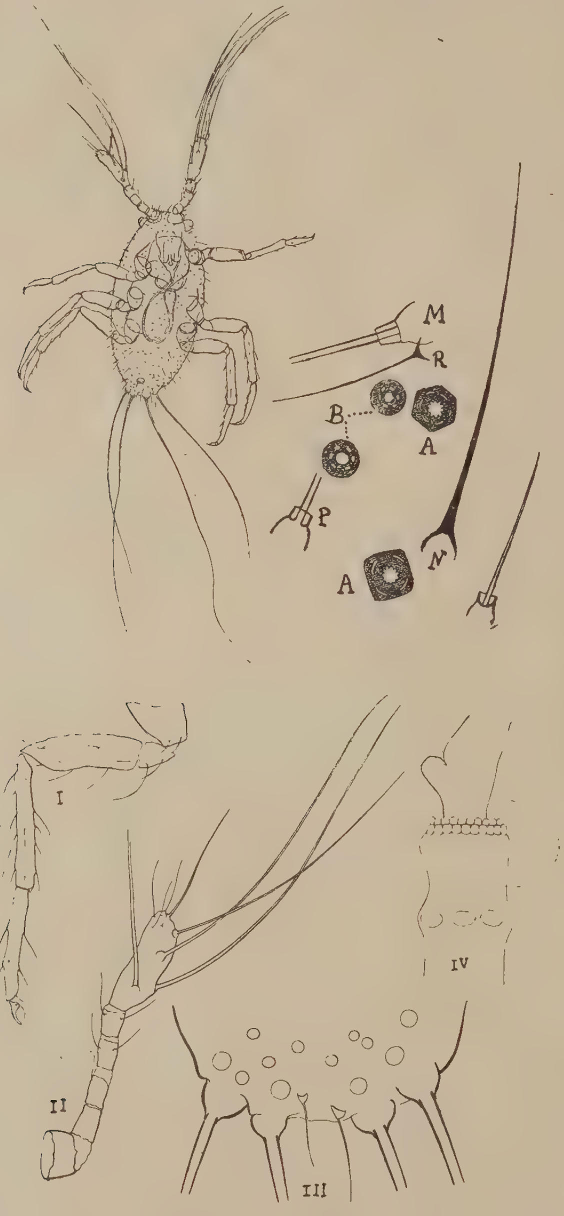


Fig. 95. — *Icerya tremæ.* Premier stade larvaire : en haut, vue d'ensemble (Gr = 45) et ornements du derme (Gr = 666) ; en bas, I et II, antenne et patte (Gr = 110) ; III, extrémité de l'abdomen (Gr = 280) ; IV, tube anal (Gr = 450).

Premier stade larvaire. — Antenne de six articles, le dernier orné d'au moins quatre très longues soies. Pattes longues et grêles. Tube anal

avec un collier de six glandes à son intérieur. Extrémité abdominale est munie de deux paires de soies sans collerette, plus longues que le corps.

Le revêtement cuticulaire de la larve de *I. tremae* est essentiellement caractérisé par la présence de deux tailles différentes de glandes, ce qui n'est pas la règle chez les premiers stades larvaires d'*Icerya*.

La face dorsale est garnie de nombreuses glandes (B) à gros orifice central et à dix ou douze perles sur le pourtour ; ces organes sont épars entre de fines soies simples et à collerette. La face ventrale est normale, c'est-à-dire, très pauvre en éléments figurés, de très rares soies simples et seulement à côté de chaque patte une petite glande (B).

Enfin le corps est orné sur son pourtour de longues soies (M) à collerette et sans collerette par groupe de deux à quatre, avec, entre elles, deux à trois grosses glandes (A) à rosace. Chaque ilot paraît correspondre à un segment du corps.

Observations. — Les premiers échantillons de cet insecte que j'ai pu étudier et qui font partie des collections du Musée de Tervueren, ont été récoltés, en 1912, par R. Mayné à Eala (Congo belge) sur Caféier, dont les deux faces des feuilles étaient recouvertes en abondance par les divers stades de cet *Icerya*. Ces derniers mois, J. Ghesquière m'a adressé la même cochenille qu'il a rencontrée à la face inférieure des feuilles de *Trema guineensis*, Ulmacée indigène très répandue dans les anciens défrichements et au bord des chemins, dans la région de Stanleyville, au Congo belge.

Le même entomologiste l'a récoltée également à la face inférieure des feuilles, sur les pétioles et les jeunes rameaux de Manguier, Corossolier, Goyavier, Oranger et Agrumes en général ainsi que sur *Ura crepitans*, arbre d'origine américaine. Il est probable, d'après les renseignements obtenus, que nous avons là une espèce indigène, qui s'est adaptée progressivement à diverses plantes cultivées importées.

J'ai longtemps hésité à placer le matériel qui m'était soumis sous le nom de *sulfurea*. La description de Lindinger, accompagnée par aucune figure, se rapporte assez bien aux exemplaires congolais, mais elle est susceptible de convenir à bien d'autres *Icerya*, ne serait-ce qu'à *I. seychellarum*. D'autre part, Lindinger indique pour la larve que les soies abdominales ont une longueur moitié seulement de celle du corps. Dans l'incertitude, comme pour *Aspidoproctus ghesquierei*, je préfère créer une espèce nouvelle qui pourra toujours ultérieurement être, s'il y a lieu, identifiée à *I. sulfurea*.

DEUXIÈME PARTIE : LES COCCIDES AU POINT DE VUE BIOGÉOGRAPHIQUE

Une des questions les plus intéressantes au point de vue biologique et des plus importantes au point de vue économique, est celle qui a trait simultanément à la répartition géographique des Coccides, à leur régime alimentaire et à leur distribution sur les plantes hôtes. Le problème est particulièrement complexe et n'admet une solution précise qu'après de nombreuses années d'études, d'autant plus que les Coccides n'ont jamais été envisagés sous l'angle de la biologie générale. Quoi qu'il en soit, j'ai pu réunir quelques faits qui présentent un intérêt soit en considérant les trois points de vue précédents séparément, soit en les groupant ensemble. Afin de simplifier le langage, j'utiliserai pour correspondre aux trois groupes de faits que je viens d'exposer, les termes de *polyphage* et de *monophage* (ou *spécifique*) pour désigner un insecte ou un régime qui s'accommode de plusieurs plantes-hôtes ou d'une seule espèce végétale ; de *eurymère* et de *sténomère* selon que la cochenille peut se rencontrer sur plusieurs parties ou organes (tige, racine, face supérieure ou face inférieure des feuille, etc.) de son hôte ou sur l'un d'eux seulement ; enfin de *ubiquistes*, pour les espèces qui paraissent être en plusieurs régions sur le globe ou qui sont susceptibles de s'y rencontrer.. Ce sont ces dernières que l'on appelle en général *cosmopolites*.

I. HÔTES. — On a coutume de considérer les Coccides comme des animaux essentiellement polyphages dans le sens le plus large que l'on puisse attribuer à ce terme. Une étude attentive de la famille permet de moins généraliser et d'arriver à certaines conclusions dont la plupart n'ont jamais été mise en évidence.

On rencontre dans la famille des Coccides tous les intermédiaires entre la monophagie la plus caractérisée et ce qu'on a coutume d'appeler la polyphagie. «A vrai dire, ainsi que l'a fort bien fait remarquer Rabaud (1917), il n'existe pas d'animal vraiment polyphage, et quelle que soit la diversité des substances qu'il mange, la liste en est toujours relativement restreinte ».

Les cochenilles offrent des exemples très nets de cette conception.

A. — **Espèces et genre de Coccides spécifiques d'espèces ou genres botaniques.** — De très nombreuses cochenilles seraient susceptibles d'entrer dans cette définition prise à la lettre. La plupart des nouvelles espèces décrites ne sont connues en général que d'un seul hôte. Il faut donc être très circonspect pour apporter des exemples probants de spécificité. Pour l'exposé des quelques observations que j'apporte sur la question, il me paraît préférable de considérer successivement non pas les espèces ou genres de Coccides qui nous intéressent, mais les végétaux dont la faune coccidologique mérite une men-

1° COCCIDES DU DATTIER. (*Phœnix dactylifera*). — On a déterminé sur le Dattier, neuf Cochenilles : *Icerya ægyptiaca*, *Phœnicococcus marlatti*, *Pseudococcus nipæ*, *Lecanium hesperidum*, *L. tessellatum*, *L. oleæ*, *L. expansum*, *Parlatoria blanchardi*, *P. zizyphi*. Sept de ces insectes sont polyphages, tandis que *Phœnicococcus marlatti* Ckll et *Parlatoria blanchardi* Targ. paraissent, jusqu'à ce jour, rigoureusement spécifiques du Dattier. Le premier vit à la base des feuilles de l'arbre où il forme des sortes de croûtes en général peu visibles si on ne dégage pas la spatule, en l'écartant du tronc. *P. blanchardi* se fixe sur les feuilles où on le rencontre toujours en très grand nombre, quand il existe. Ces deux cochenilles n'ont jamais paru aptes à vivre aux dépens d'une autre plante, même d'une espèce de Palmier différente de *P. dactylifera*.

C'est sans doute par erreur que Newstead (1906) dit avoir reçu *P. blanchardi* d'Égypte sur feuilles de Jasmin (*P. victrix*) ; Hall, dans ses notes sur les cochenilles de ce pays, n'en parle plus ; il note par contre cette même cochenille sur un Palmier du genre *Latania* (1923). Il y a de fortes présomptions pour voir le pays d'origine de ces Coccides en Asie Mineure, peut-être dans la région de Sinaï (oasis d'El Arish) où les a étudiés Bodenheimer (1924), sur des Palmiers qui ne souffraient pas de leur présence malgré la grande abondance d'individus.

Bien que maintenant *P. blanchardi* et *Ph. marlatti* aient une zone d'extension relativement très étendue, celle-ci n'est pas encore confondue avec celle habitée par le Dattier. Toutefois, par suite des échanges commerciaux, les deux zones d'habitat tendent de jour en jour à s'identifier. En Afrique, on suit aisément la progression des parasites de l'est à l'ouest (Balachowsky, 1925) : le *P. blanchardi* qui n'existait pas à Colomb Béchar, lors de mon passage en 1919 (Vayssière, 1921), a provoqué en 1925 le dépérissement de 100 000 Palmiers.

La situation des magnifiques oasis du territoire marocain, si isolées du Maroc occidental, est particulièrement critique à l'heure actuelle et nécessiterait une surveillance continue. Les deux cochenilles n'ont pas été signalées également dans les oasis de l'extrême sud saharien, en particulier dans les palmeraies d'In Salah. Le *Phœnicococcus marlatti* progresse plus lentement que le *Parlatoria* sur le continent africain mais, comme ce dernier, a été importé aux États-Unis vers 1890 avec des djebars algériens. A côté de sa spécificité pour l'hôte il y a lieu de remarquer que cette espèce a des caractères aberrants tels que Cockerell a érigé pour elle un genre particulier placé actuellement dans la sous-famille des *Dactylopiinæ* ou *Pseudococcinæ*. Récemment Ferris (1919) a montré toute la valeur systématique de ce genre qui avait été mis en doute par Newstead, dont la manière de voir avait été adoptée sans discussion par Lindinger, Hall, Bodenheimer.

2° COCCIDES DES HÊTRES (*Fagus*). — En Europe, le Hêtre, *Fagus sylvatica*, forme des massifs importants qui ont donné lieu à des études botaniques particulières. Allorge a souligné l'existence d'une flore spéciale des

Hêtraies et a pu préciser les caractères des associations végétales dont on trouve ici un exemple très suggestif. La faune du Hêtre et de ses « associées » n'a jamais été l'objet de recherches d'ensemble. En ce qui concerne les Coccides, on peut déjà faire des constatations intéressantes. En Europe, *Fagus sylvatica* est parasité par un des exemples les plus typiques de spécificité d'hôte : *Cryptococcus fagi* Baer.

Cet insecte appartient à un très curieux genre monotype de la sous-famille des *Pseudococcinæ* dont les caractères sont particulièrement bien définis : « Femelle adulte stationnaire, vivant à l'intérieur d'un ovisac feutré. Antennes rudimentaires. Paire postérieure de pattes rudimentaire ; les paires antérieure et intermédiaire absentes. Anneau anal avec seulement quatre poils, groupés par paire. Ce dernier caractère se retrouve chez la larve qui, bien qu'ayant nettement le type de la sous-famille, n'a que cinq articles aux antennes ».

C. fagi paraît absolument confiné au Hêtre (*Fagus sylvatica*) et même n'a été observé que très rarement sur la variété « pourpre » de cet arbre. En Grande-Bretagne en particulier, d'après Newstead, *C. fagi* est un des Coccides indigènes les plus communs et les plus nuisibles. Par sa multiplication abondante, il amène rapidement la mort des arbres envahis. Green signale, en 1915, des Hêtres dont le tronc était couvert par une telle abondance de cochenilles, qu'elles formaient en certains points, une couche de un pouce d'épaisseur.

J'ai pu constater son importance économique en Belgique où, certaines années, les Hêtres de la forêt de Soigne ont leur tronc entièrement couvert par la sécrétion blanche du *Cryptococcus* qui leur donne un aspect tout à fait caractéristique. J'ai recueilli également de nombreux échantillons dans le Limbourg belge.

Si on porte maintenant son attention sur la répartition géographique de la cochenille et de son hôte, on constate que celui-ci a une distribution en latitude et altitude beaucoup plus étendue que son parasite. Ce dernier est relativement très rare, en France par exemple : Signoret ne l'y a jamais rencontré; E. Henry ne signale, dans notre pays sur le Hêtre qu'un *Mytilaspis*, «non encore nommé et insuffisamment connu, remarqué pour la première fois en forêt par M. Mena, inspecteur des forêts à Épinal, en 1892 ». Il s'agit sans aucun doute du *M. ulmi* (= *pomorum*). Dans la collection de la Station entomologique figure un seul petit échantillon de *C. fagi* récolté à Saint-Leu (S.-et-O.) par P. Marchal qui aurait vu cette cochenille également dans le bois de Meudon (P. Marchal, 1907). P. Lesne a fait les mêmes observations dans les mêmes localités.

Leonardi ne compte pas le *C. fagi* parmi les espèces italiennes, bien que le Hêtre se rencontre dans toute la région tempérée de l'Europe, de l'Asie, de l'Amérique et de l'Australie. En France, *Fagus sylvatica* se trouve dans tous les bois humides, sauf sur le pourtour de la Méditerranée. Il ne m'a pas été possible d'obtenir des échantillons du *Cryptococcus* des magnifiques hêtraies de Normandie où cette cochenille ne paraît pas avoir été signalée. Je n'ai pu

Nom des Cochenilles.	*Hôtes.*	*Distribution géographique.*
Cœlostomidia		
assimilis	2 *Fagus, Phyllocladus.*	Nouvelle-Zélande.
pilosa	1 *Fagus, Podocarpus.*	—
Phenacoleachia		
zealandica	1 *Fagus, Podocarpus, Cupressus.*	—
Cerococcus		
fagi		
Fagisuga		
triloba	1 *Fagus.*	Chili.
Platypyga		
fagi		
Eriococcus		
fagicorticis	1 *Fagus.*	Nouvelle-Zélande.
pallidus	1 *Fagus, Myoporum, Elæocarpus, Metrosideros.*	—
raithbyi	1 *Fagus.*	—
aceris	1 *Fagus, Acer.*	Europe (Allemagne, Holl.).
Rhizococcus		
intermedius	1 *Fagus.*	Nouvelle-Zélande.
maculatus	1 *Fagus.*	—
pulchellus	3 *Fagus.*	—
totaræ	1 *Fagus, Podocarpus.*	—
cavellei		
Cryptococcus		
fagi	1 *Fagus.*	Europe.
Pseudococcus		
iceryoides	1 *Fagus.*	Nouvelle-Zélande Australie, Californie.
newsteadi	1 *Fagus.*	Angleterre.
obtectus	1 *Fagus.*	Nouvelle-Zélande.
Phenacoccus		
aceris	1 *Fagus, Acer.*	Europe (Allemagne).
Ripersia		
fagi	1 *Fagus.*	Nouvelle-Zélande.
Pulvinaria		
innumerabilis	*Polyphage.*	Amérique du Nord.
betulæ	1 *Fagus, Betula, Vitis.*	Europe, États-Unis
Inglisia		
fagi	1 *Fagus.*	Nouvelle-Zélande.
Aspidiotus		
ancyus	Polyphage.	Amérique du Nord.
forbesi	—	—
perniciosus	—	—
ostreæformis	— (*F. orientalis*).	Caucase, Europe, E.-U.
Mytilaspis		
ulmi	—	Cosmopolite (Allemagne, Hollande, Autriche.

récolter cet insecte ni dans la forêt de Rambouillet, ni dans les Alpes où pourtant, j'ai observé de très nombreux Hêtres, surtout dans le Dauphiné.

En somme, le *Cryptococcus fagi* qui est absolument cantonné sur *Fagus sylvatica* apparaît comme une cochenille septentrionale, dont l'aire d'extension vers les régions tempérées chaudes est limitée sensiblement au 49° latitude nord.

Avant d'aborder une autre question, il y a lieu de remarquer que la spécificité de l'hôte tient à des causes profondes ignorées mais dont l'existence est particulièrement probante dans le cas du Hêtre. *Fagus sylvatica* est la seule espèce du genre existant dans l'Europe tempérée. Sous les mêmes latitudes, dans les autres continents, on trouve une quinzaine d'autres espèces. La faune coccidologique est assez bien connue actuellement : trente espèces de cochenilles ont été déterminées sur cette essence : j'en ai dressé la liste dont l'ensemble mérite de retenir l'attention et permet d'apporter quelques observations biogéographiques.

On est frappé dans cette énumération de la spécificité de la faune coccidologique du genre *Fagus*. Tout d'abord est à signaler l'existence d'espèces appartenant à des genres extrêmement bien caractérisés et ayant peu de points communs avec les autres Coccides. Ainsi, *Phenacoleachia* est un genre monotype pour lequel on a pu établir une sous-famille, comprise entre les *Ortheziinæ* et les *Conchaspinæ*. Trois autres genres monotypes figurent dans la liste précédente : *Fagisuga*, *Platypyga* et *Cryptococcus*. Les genres *Cœlostomidia*, *Cerococcus*, *Rhizococcus*, *Inglisia* ne comprennent également que des espèces bien spécialisées et en très petit nombre. Quant aux Coccides polyphages trouvés sur le Hêtre, il y a lieu de remarquer, qu'ils ont été rarement, très rarement signalés sur cette essence. Ainsi *Aspidiotus ostreæformis* n'aurait été déterminé sur *Fagus* qu'au Caucase (Lindinger) ; *Pulvinaria betulæ* que d'Autriche. Lindinger a noté l'existence de *Eriococcus aceris* (Allemagne, Hollande) et de *Phenacoccus aceris* (Allemagne) sur le Hêtre. Cela n'est pas impossible bien que les deux hôtes, *Acer* et *Fagus* soient bien éloignés l'un de l'autre au point de vue botanique. A ce sujet, j'attire l'attention sur l'étude du *Pseudococcus newsteadi* faite en Angleterre par Green qui spécifie la ressemblance extérieure frappante de cet insecte avec *Eriococcus aceris* en particulier. Ceci engage à être très circonspect sur les deux déterminations visées qui ont pu avoir été établies sans vérification sur préparations microscopiques.

Il y aurait grand intérêt à poursuivre cette étude de la faune des Hêtres, en abordant d'autres groupes zoologiques. On trouverait sans doute des résultats analogues : si on considère les Aphidiens, par exemple, on constate qu'une seule espèce bien caractéristique, *Phyllaphis fagi*, est signalée sur *Fagus sylvatica* et est spécifique pour cet arbre.

3° LES COCCIDES DES CHÊNES (*Quercus* sp.). — Le genre *Quercus* comprend plus de 300 espèces, distribuées, pour la plupart, dans l'hémisphère

boréal. Le nombre d'espèces de cochenilles récoltées sur ces arbres ou arbustes s'élève actuellement à près de 130, c'est-à-dire est un des plus élevés connus, avec celui des Coccides des Eucalyptus et des Acacias. Or, dans le nombre précédent, on ne peut dénombrer qu'une douzaine d'espèces de polyphagie reconnue : *Drosicha corpulenta*, *Icerya purchasi*, *Lecanium canadense*, *L. cerasifex*, *L. coryli*, *Pulvinaria immunerabilis*, *P. betulæ*, *Aspidiotus hederæ*, *A. ostreæformis* *A. camelliæ*, *Chionaspis salicis*. *Mytilaspis citricola*, *M. ulmi*.

Toutes les autres cochenilles qui vivent aux dépens d'une ou plus rarement de plusieurs espèces du genre *Quercus* sont spécifiques, à quelques rares exceptions, de ce dernier. Sans entrer dans des détails, qu'il suffise de citer ici toutes les espèces du très curieux genre *Kermes*. Green (1919) en énumère 44 qui, toutes, sont parasites du Chêne dans les régions tempérées.

Parmi les Coccides caractéristiques, en France, des espèces de *Quercus*, récoltées par P. Marchal et par moi-même, nous avons: *Asterolecanium ilicicola*, *A. variolosum*, *Nidularia pulvinata*, *Kermes ilicis*, *K. roboris*, *K. variegatus*, *K. vermilio*, etc.

Il est intéressant de remarquer que les genres *Fagus* et *Quercus*, à faune coccidologique si spéciale, sont très voisins par leurs affinités botaniques, appartenant tous deux à la famille des Cupulifères.

Enfin, je noterai, comme pour le Hêtre, que l'étude des Aphidiens parasites des *Quercus* permet de constater la spécificité absolue des Pucerons de ces arbres.

Bien d'autres exemples de monophagie réelle pourraient être donnés chez les Coccides. Qu'il suffise de noter au hasard *Syngenaspis parlatoria* sur *Picea*, *Epidiaspis gennadiosi* sur *Pistacia*, *Xylococcus filiferus* sur *Tilia*, etc. La faune coccidologique des Eucalyptus mérite une mention particulière qui sera faite dans les pages suivantes en abordant la distribution géographique des cochenilles (p. 370).

B. **Espèces et genres de Coccides spécifiques de familles botaniques.** — Dans cette nouvelle catégorie, la spécificité de l'hôte est moins absolue ; la cochenille est susceptible de vivre non seulement sur des végétaux du même genre, mais également sur ceux qui appartiennent à des genres voisins sans qu'on puisse en général préciser si elle a des affinités plus grandes pour l'un ou l'autre d'entre eux.

Les Conifères ont ainsi un ensemble de Coccides qui leur sont propres. Les six espèces connues du genre *Physokermes* n'évoluent que sur des Résineux, *P. piceæ* Schr. étant susceptible de se rencontrer sur *Abies*, *Picea* et *Pinus*. Le genre *Leucaspis* comprend à l'heure actuelle 18 espèces dont 12 sont parasites exclusivement de Conifères. Nous l'étudierons en détail plus loin.

De même *Aspidiotus abietis* a été récolté sur *Abies*, *Picea*, *Pinus* et *Tsuga* ; *Diaspis visci* sur *Biota*, *Callitris*, *Chamæcyparis*, *Cryptomeria*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Taxus*, *Thuya*, *Wellingtonia* (Vayssière, 1916).

La polyphagie est encore très restreinte pour les Coccides inféodés aux petites Graminées. Sur les 250 espèces de Cochenilles récoltées sur ces Monocotylédones, seulement 5 (*Icerya purchasi*, *Orthezia cataphracta*, *O. urticæ*, *Pseudococcus citri*, *Aspidiotus hederæ*) sont polyphages. Les autres entrent, pour la plupart, dans des genres spéciaux aux Graminées, tels que *Antonina*, *Aclerda*, *Eriopeltis*, *Lecanopsis*, *Luzulaspis*, *Odonaspis*, *Parafairmairia*. Une dernière catégorie qui comprend surtout des *Margarodes*, des *Pseudococcus*, des *Eriococcus*, des *Ripersia* renferme des espèces spécifiques des petites Graminées.

Enfin, il est intéressant de noter que ni les Céréales (Avoine, Blé, Orge), ni le Maïs, ni le Sorgho ou la Canne à sucre ne paraissent susceptiblesd'héberger une espèce quelconque des genres caractéristiques des petites espèces de leur famille.

C. Espèces polyphages. — Enfin, le groupe le plus important, parmi les Coccides, est celui des espèces polyphages. Ainsi que je l'ai déjà écrit, le nombre d'hôtes susceptibles d'héberger une espèce donnée est toujours très limité et l'attraction opérée par les hôtes varie d'intensité, avec l'espèce ou même la variété botanique ainsi qu'avec d'autres conditions difficiles à préciser, telles que la latitude, l'hygrométrie, etc. Pour faire ressortir ces divers caractères de la polyphagie chez les Coccides, quelques exemples sont utiles.

Le *Pseudococcus filamentosus* est une des cochenilles les plus répandues et les plus importantes au point de vue économique dans les régions tropicales. P. Marchal (1910), puis moi-même (Vayssière 1914[a], 1925[a], 1926) avons étudié à diverses reprises cet insecte, dont les hôtes préférés sont *Albizzia lebbek*, *Pongamia glabra*, *Pithecolobium saman*, *Eriodendron anfractuosum* (Kapok), les divers *Citrus*, *Acacia arabica* et les *Loranthus*. Un certain nombre de végétaux doivent être considérés comme des hôtes facultatifs, tels sont : *Sapindus saponaria*, *Chrysophyllum cainito*, *Landolphia* sp., divers *Ficus*, *Khaya senegalensis*, *Gossypium* (Cotonnier), *Melia azedarrach*, *Ximenia americana*, les Palmiers, etc. Enfin le *Ps. filamentosus* ne paraît pas devoir se fixer aux *Terminalia*, même quand ces arbres sont parasités par les *Loranthus*, ni aux *Eucalyptus*, *Pandanus*, *Bauhinia*, *Bongainvillea*, *Syzygium*, *Anacardium*, *Sterculia*, etc. Cette discrémination entre les végétaux susceptibles ou non d'héberger le *Pseudococcus filamentosus* n'a sans doute rien d'absolu et elle pourrait s'opérer également avec un grand nombre d'espèces. Quoiqu'il en soit, son existence est très nette et a fait l'objet de nombreuses observations.

Ainsi, le fléau des vergers californiens, l'*Aspidiotus perniciosus* (Pou de San José) est considéré comme s'attaquant à tous les Arbres fruitiers et à un grand nombre d'Arbres forestiers ou d'ornement, tels que Peuplier, Aubépine, Hêtre, Groseiller, Orme, Acacia, Tilleul. Il n'a pourtant jamais été signalé sur Châtaignier, Figuier, Cerisier, Vigne, ni sur Cèdre, Noisetier, Magnolia, Platane, Chêne, Houx. Ces observations ont une importance pratique et ont per-

mis d'établir des variétés de *Pyrus* (variétés Kieffer et Leconte) qui sont des hybrides de *P. communis* et de *P. sinensis*, ayant les bonnes qualités du premier et la résistance à l'*A. perniciosus* du dernier (Wardle et Buckle, 1920).

J'ai déjà eu l'occasion de signaler le comportement de *Aulacaspis pentagona*, vis-à-vis des Lilas (Vayssière, 1924[a]). On sait que cette cochenille est extrêmement polyphage ; on connaît au moins 65 espèces végétales variées susceptibles de l'héberger, appartenant aux familles les plus diverses : Rosacées, Moracées, Papillonacées, Celastracées, Ulmacées, Oléacées, Palmacées, Salicacées, etc. Or, j'ai pu constater, au cours de deux années consécutives, la présence de *A. pentagona* sur deux Lilas à fleurs violettes dont il couvrait complètement le tronc. Alternant avec ces deux arbres, se trouvaient deux autres Lilas, à fleurs blanches, qui étaient absolument exempts de boucliers de la Diaspine et ne portaient aucune trace de fixation ancienne. Il est vraisemblable qu'une action chimiotropique est en jeu, bien qu'il soit difficile de préciser les facteurs susceptibles d'éloigner une cochenille aussi polyphage que *A. pentagona* d'une variété d'une espèce végétale particulièrement recherchée.

L'*Aspidiotus hederæ* Vallot (= *nerii* Bouché) peut être considéré comme une des cochenilles des plus polyphages et des plus cosmopolites. En effet, Fernald, dans son catalogue, lui donne près de trente synonymes, seize localités géographiques dont certaines sont des continents entiers. Green a noté l'*A. hederæ* sur plus de cent genres botaniques. *A priori*, d'après ces données, la biologie d'*A. hederæ* ne paraît pas être intéressante à poursuivre. Or, les constatations que j'ai été appelé à faire (Vayssière, 1921), rapprochées d'observations rapportées par d'autres auteurs m'ont incité à approfondir son étude au point de vue de sa répartition géographique, de sa polyphagie et sa distribution sur ses hôtes.

Les plantes susceptibles d'être parasitées par l'*A. hederæ* sont extrêmement variées tant au point de vue de leurs affinités botaniques qu'au point de vue de la constitution de leurs tissus externes. N'a-t-il pas été signalé sur des Anacardiacées (*Schinus*, *Pistacia*), des Amaryllacées (*Agave*), des Aposcynacées (*Nerium*), des Araliacées (*Hedera*), des Lauracées (*Laurus*) des Cyperacées (*Cyperus*), etc ? Il peut être hébergé soit par des plantes herbacées telles que les Trèfles, les *Daphne*, les *Solanum*, soit par des arbustes tels que les Bruyères, les Genêts, les Ricins, et enfin soit par des arbres : Olivier, Chêne, Palmiers, Erable, Caroubier.

Or, malgré les apparences, la polyphagie d'*A. hederæ* est restreinte, même si l'on ne considère que les plantes ayant une importance économique. Cet insecte n'a jamais été récolté, à ma connaissance, par exemple sur Amandier, Abricotier, *Anona*, Cacaoyer, Canne à sucre, *Casuarina*, Caféier, Cocotier *Cratægus*, Eucalyptus, Hêtre, *Ficus*, *Hevea*, *Loranthus*, Manguier, Pêcher, Peuplier, Poirier, Pommier, Théier, Tilleul. Ainsi donc *A. hederæ* n'a pas encore pu s'acclimater sur ces essences qui, pour la plupart tout au moins, se ren-

contrent en abondance dans les mêmes localités que les plantes qui l'hébergent : la contamination serait particulièrement facile, si elle devait avoir lieu. On a pu, il est vrai, signaler la cochenille sporadiquement en Italie sur Pommier (Lecnardi, 1920), en Afrique du sud, sur *Ficus*, *Mangifera*, *Populus* (Brain, 1918), mais elle n'a pas dû se multiplier sur ces essences. Il y a plus : *A. hederæ* est considéré comme un insécte nuisible des Aurantiacées, dans diverses contrées méditerranéennes, en Syrie, à Chypre notamment, par contre, il n'aurait jamais été rencontré, sur ces plantes, ni en Égypte, ni en Palestine (Bodenheimer) où partout il est très répandu, même sur des plantes indigènes.

Au point de vue de la répartition sur ses hôtes, l'*A. hederæ* est susceptible d'être rencontré sur tous les organes : les deux faces des feuilles, les rameaux, les troncs des arbustes, les racines. J'ai déjà eu l'occasion (Vayssière 1916) de constater sa présence sur des tubercules de Pommes de terre, récoltés en Tunisie. Les fruits n'en sont pas exempts. L'*A. hederæ* est un véritable fléau en Tunisie, en Palestine pour les Olives dont il amène le rabougrissement et dont, comme conséquence, il diminue la quantité et la qualité de l'huile. Cette répartition de l'insecte sur ses hôtes apparaît d'une façon générale tout à fait quelconque. Or, ayant observé sa présence en abondance sur des Sarothamnes et des Genêts épineux dans la région de Nice, j'ai constaté que les boucliers, tant sur les rameaux que sur les feuilles, étaient tous localisés sur la partie de ces organes, faisant un angle aigu avec le sol. Toutes les hypothèses basées sur une action quelconque de la lumière, du vent, de la pluie, de la gravitation ne donnent pas une explication satisfaisante du phénomènes Il serait nécessaire de multiplier les expériences, afin de préciser les causes de ce comportement.

Un seul point importe : l'*A. hederæ* peut, dans certains cas, avoir une localisation précise sur ses hôtes. Un autre exemple du même fait, moins net toutefois, est apporté par la répartition des boucliers d'*A. hederæ* sur les Mimosées de la Côte-d'Azur. La face supérieure des feuilles en est généralement couverte ; la face inférieure, quelle que soit son orientation, en a beaucoup moins et je n'ai trouvé aucun individu sur les petits rameaux foliaires (observations faites à Antibes, en 1923).

Enfin, l'*A. hederæ* est considérée comme une cochenille cosmopolite par excellence. Tous les auteurs sont d'accord sur ce point. Bodenheimer lui attribue, comme patrie, très probable, la région méditerranéenne et ajoute « aujourd'hui cosmopolite subtropicale ». Or, si on peut dire qu'en effet cette cochenille n'a pas encore été signalée de l'Afrique intertropicale (1), des Philippines, du Brésil, de Ceylan, j'ai été, pour ma part, très surpris de ne pas rencontrer, en 1919, *A. hederæ* au Maroc, sauf aux environs immédiats d'Oudjda,

(1) Il faut toutefois noter que Newstead (1911) signale *A. hederæ* à Dar-es-Salaam sur *Nerium oleander* (importé), ainsi que sur un arbuste indéterminé dans l'Est africain. Il ajoute que ce sont les feuilles du côté ouest (opposé aux vents dominants) qui en sont couvertes.

à proximité de l'Algérie, ainsi que sur une plante d'ornement importée au Jardin d'essai de Rabat. Les immenses oliveraies du nord comme du sud du Maroc en étaient complètement indemnes. J'ai eu même l'occasion de récolter et d'étudier un autre *Aspidiotus* (*A. maleti* Vayss.) bien différent au point de vue morphologique qui parasitait en abondance les feuilles et les fruits des Oliviers dans la région de Meknès (Vayssière 1921). Ce dernier insecte paraît jouer au Maroc le même rôle nuisible que l'*A. hederæ* en Algérie et surtout en Tunisie. Depuis cette époque, par les échantillons reçus de divers correspondants, je constate que l'*A. hederæ* étend sa zone d'habitat au Maroc et se multiplie activement sur les mêmes hôtes que dans les autres régions.

Il est fort vraisemblable que nous sommes en présence d'un insecte originaire de l'Europe orientale ou même de l'Asie : Bodenheimer l'aurait rencontré sur des Caroubiers sauvages dans les montagnes de Samarie et de Galilée ainsi que sur des arbrisseaux du « maquis » en Palestine. De cette région, l'*A. hederæ* s'est propagée de proche en proche autour du bassin méditerranéen, puis par les échanges commerciaux en divers points de la terre. Il a suivi notamment deux hôtes sur lesquels il s'est en particulier bien acclimaté, le Laurier rose (*Nerium oleander*) et le Lierre (*Hedera helix*). Mais il est à remarquer que cette Cochenille reste cantonnée surtout dans les régions tempérées chaudes : elle se rencontre à l'air libre encore sous la latitude de la Belgique et dans les serres en Suède (Tullgren) et au Danemark (Henriksen). Green (1916[6]) signale l'avoir reçu en abondance d'une localité du Surrey où on le rencontre à l'air libre sur les feuilles et les rameaux d'*Aucuba* et sur cette plante seulement. Les conditions des territoires intertropicaux n'ont pas dû lui permettre de se multiplier sur les nombreuses espèces végétales qui seraient pourtant susceptibles de l'héberger.

Enfin, l'*A. hederæ* dont la malléabilité bien connue dans la texture de son bouclier a été souvent signalée (Newstead) paraît posséder un autre caractère biologique fort intéressant. Il s'agit de son mode de reproduction. *A. hederæ* est considéré, dans la plupart des contrées où on le rencontre comme une espèce ovipare et, comme telle, ainsi que l'a établi Green présente des glandes circumgénitales qui sont réparties en quatre groupes dont une des formules courantes est $\frac{8-9}{5-6}$. C'est ainsi que les spécimens que nous avons observés de divers points de la France possèdent ces caractères. Leonardi parle également de l'œuf d'*A. hederæ* pour l'Italie. Par contre Teodoro certifie de son côté avoir toujours constaté la viviparité de cette cochenille dans ce même pays ; ce qui confirme une assertion antérieure de Krassiltstchik. Il est regrettable que l'entomologiste italien ait omis de faire des observations concernant la présence ou l'absence des glandes circumgénitales. D'Emmerez de Charmoy au contraire signale qu'à l'île Maurice l'*A. aloës* Sign. (= *A. hederæ*) est ovovivipare et n'a pas de glandes circumgénitales. Ainsi

ces observations sur une seule espèce viennent en quelque sorte corroborer l'hypothèse de Green, d'après laquelle les glandes circumgénitales ne seraient présentes que chez les *Diaspinæ* ovipares. Il reste à préciser les facteurs qui sont susceptibles d'agir sur les individus d'une espèce donnée pour la rendre soit ovipare, soit ovovivipare.

D. **Les Pseudococcinæ, les Lecaniinæ et les Végétaux ligneux.** — On peut envisager les affinités réciproques des végétaux et des coccides sous un point de vue plus large que celui du régime, en considérant de part et d'autres des groupements systématiques plus importants que l'espèce ou le genre.

La sous-famille des *Pseudococcinæ* comprend actuellement plus de trois cents espèces, constituant un ensemble assez homogène, dont on trouve des représentants dans le monde entier. Or, ces cochenilles dédaignent absolument à ma connaissance, les végétaux qui composent la grande famille des Orchidacées dont les 5 000 espèces sont répandues dans tous les points du globe. De même, j'ai pu constater que d'une façon générale, les *Pseudococcinæ* et plus particulièrement les espèces du genre *Pseudococcus* ne se rencontrent pas sur des hôtes des familles suivantes : Aquifoliacées (*Ilex*, etc.), Betulacées Ebénacées, Eleagnacées, Hipocastaneacées, Laurantacées, Salicacées, Tiliacées.

Dans les cas exceptionnels où la sous-famille est représentée sur une des espèces végétales précédentes, c'est exclusivement par un *Phenacoccus*. Sans approfondir la question, je rapprocherai cette observation personnelle de celles que Brain a pu faire sur la même sous-famille. Cet auteur, ayant étudié les Pseudoccines, est arrivé à la conclusion que les genres importants : *Ripersia*, *Pseudococcus* et *Phenacoccus*, fondés sur le nombre d'articles aux antennes (6, 8 et 9) ne peuvent se séparer suffisamment les uns des autres depuis qu'il a été établi que ce caractère systématique est variable chez une même espèce. L'influence du climat ou de la saison a paru prépondérante jusqu'à ce jour : *Pseudococcus agrifoliæ* Essig et *P. trifolii* Forbes ont une génération d'été dont les femelles ont huit articles aux antennes et une génération d'hiver dont les antennes sont de sept articles. *Phenacoccus acericola* King a de même une génération d'été avec neuf articles aux antennes, tandis que les femelles évoluant en hiver n'en ont que huit. D'autres exemples peuvent être fournis mais pour lesquels l'explication climatérique n'est pas suffisante, tels le *Pseudococcus citri*, var. *phenacocciformis* Brain. On est en droit de se demander alors si le fait que les *Pseudococcinæ*, vivant aux dépens des essences végétales des familles énumérées ci-dessus, ont toutes neuf articles aux antennes (genre *Phenacoccus*) ne tient pas à une action chimiotropique de l'hôte sur le parasite.

Une autre observation en relation avec la précédente qui m'a frappé est l'importance prise par les genres de la sous-famille des *Lecaniinæ* dans les groupes de végétaux où les *Pseudococcinæ* sont pauvrement représentés.

Dans le tableau suivant, la répartition des genres importants des deux sous-familles est donnée pour une vingtaine d'essences végétales communes :

Genres végétaux.	PSEUDOCOCCINÆ		LECANIINÆ		
	Pseudococcus.	*Phenacoccus.*	*Lecanium*	*Ceroplastes.*	*Pulvinaria.*
Amygdalus	0	1 *aceris.*	11	0	0
Baccharis	0	0	4	5	0
Betula	0	1 *aceris.*	7	0	3
Cajanus	0	1 —	3	3	0
Carpinus	0	2 —	5	0	0
Corylus	0	1 —	5	0	0
Crataegus	0	1 —	4	0	3
Cydonia	0	2 —	4	0	0
Fraxinus	0	2 —	6	0	0
Ilex	0	0	4	4	0
Ixora	0	0	5	0	0
Jasminum	0	1	3	0	
Juglans	2 (*backeri* (*citrophilus.*	0	6	0	0 0
Olea	1 *citri.*	3 dont *aceris.*	3	0	0
Populus	0	0	7	0	4
Prunus	1 *adonidum.*	1, *aceris.*	25	0	6
Pyrus	2 (*backeri.* (*capensis.*	1 —	19	0	4
Rosa	0	0	9	0	0
Salix	0	1 *aceris.*	4	0	5
Thea	2, dont *citri.*	1 —	8	0	0

L'intérêt de ce tableau est accru, me semble-t-il, par le fait, que sur huit unités figurant dans la première colonne, les *Pseudococcus citri* et *adonidum*, espèces très polyphages entrent respectivement une (*Prunus*) et deux fois (*Olea* et *Thea*) ; de même le *Phenacoccus aceris* est compté sept fois dans les dix-neuf unités de la deuxième colonne. Par contre un très grand nombre de *Lecaniinæ* spécifiques sont donnés. Ainsi donc, les résultats précédents, complétés par d'autres observations sur la faune occidologique des essences ligneuses, permettent de conclure que, dans l'ensemble, ces végétaux ne sont pas recherchés par les *Pseudococcus* et même par les *Pseudococcinæ*, si on exclue toutefois de cette sous-famille, ainsi que le demande GREEN, les *Eriococcinæ*. Au contraire les *Lecanium*, *Ceroplastes*, *Pulvinaria* et les genres voisins sont de préférence fixés sur ces hôtes.

II. RÉPARTITION DES COCCIDES SUR LES HOTES. — Tous les observateurs ont remarqué que les cochenilles ont souvent une prédilection pour se fixer en un point de leurs hôtes de préférence à un autre. Certaines espèces ne paraissent susceptibles de se développer que sur un organe donné, d'autres sur plusieurs et en général il est difficile de dégager une raison à ce comportement. Quelques exemples sont utiles pour préciser la question :

Tout d'abord, aucune cochenille n'est spécifique d'une fleur ou d' un fruit

Cette localisation ne peut être que temporaire et se rencontre seulement pour des espèces indifférentes à l'organe parasité, c'est-à-dire des espèces eurymères *Icerya purchasi*, *Pseudococcus citri*, *Ps. adonidum*, *Ps. filamentosus*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *C. aonidum*, *Mytilaspis citricola*, *M. gloveri*, *Parlatoria zizyphi*, etc.

Un grand nombre de Coccides se fixent uniquement sur les feuilles, les unes seulement sur la face supérieure, certaines sur la face inférieure, d'autres indifféremment sur les deux faces. Dans cette dernière catégorie nous pouvons citer, parmi nos Coccides indigènes : *Pulvinaria floccifera*, *Diaspis boisduvali*, *Aspidiotus britannicus*, *Pinnaspis aspidistræ*, *Chionaspis nerii*, etc.

Des espèces se localisent sur la face supérieure des feuilles, si ce n'est sur tous leurs hôtes, tout au moins sur certains d'entre eux. *Aspidiotus* (*Hemiberlesia*) *camelliæ* se rencontre couramment sur le littoral méditerranéen. Je l'ai observé en assez grande abondance à Antibes sur *Elæagnus reflexus*. Les boucliers étaient localisés uniquement sur la face supérieure des feuilles, le long de la nervure principale. De très rares exemplaires à l'écart de cette région sur le limbe et aucun ni sur les rameaux, ni à la face inférieure, sur laquelle pourtant la nervure médiane est beaucoup plus proéminente que du côté opposé. L'*Aspidiotus britannicus* sur les feuilles de Buis se localise au début de l'invasion sur les bords du limbe (observation personnelle). Green signale des *Pseudococcinæ* présentant ce même caractère de localisation sur la face supérieure des feuilles : *Erioides cuneiformis* Gr. qui vit sur *Eugenia oligantha* et *Calophyllum* sp. et dont en outre les puparia mâles sont toujours invariablement à la base des feuilles dans le sillon formé par la nervure médiane.

Pseudococcus monticola Gr. vit sur un Bambou de Ceylan ; les individus sont localisés à l'extrémité des feuilles et sont d'autre part placés toujours la tête dirigée vers l'apex.

D'autres Coccides se fixent uniquement ou de préférence à la face inférieure des feuilles quelle que soit l'orientation de ces dernières. Ainsi parmi les *Pseudococcinæ*, *Eriococcus tenuis*, *E. rhodomyrti*, *Pedronia strobilanthis*, *Pseudococcus scrobicularum*, *P. citriculus*, *Phenacoccus insolitus*, *P. ornatus*, *P. mangiferæ*.

Dans les *Diaspinæ*, de nombreuses espèces présentent ces caractères : *Aspidiotus trilobitiformis*, *A. rossi*, *A. cyanophylli*, *Mytilaspis cocculi*, *Fiorinia fioriniæ*, etc.

Avant de quitter les cochenilles des feuilles, il y a lieu d'ajouter que certaines ont une préférence marquée pour les pétioles et même seulement pour le point d'insertion de la feuille sur le rameau. La plupart des *Eriococcus* : *rosmarini*, *aceris*, *araucariæ*, *buxi*, *ericæ*, *bambusae*, *elegans*, etc., sont des exemples de cette spécialisation.

Enfin nous avons aussi des plantes dont les feuilles ont des formes moins classiques et sur lesquelles les cochenilles peuvent se présenter d'une façon particulière. Dans toute la région méditerranéenne, on rencontre des murailles

de *Mesembryanthemum* et il est bien rare que l'on ne voie se détacher sur le fond vert de nombreuses taches blanches dues à la présence de sacs ovigères du *Pulvinaria mesembryanthemi*, considéré comme très commun sur les points où il existe. J'ai pu constater qu'à part de très rares exceptions, les cochenilles sont exclusivement fixées sur les deux faces latérales des feuilles triangulaires et jamais sur la partie plus ou moins courbe qui regarde la tige. Si on observe, au contraire, les *Leucaspis* sur les aiguilles des Pins, on constate qu'ils sont presque toujours serrés les uns contre les autres seulement sur la face interne des feuilles. Or, au cours de leur développement, aussi bien les feuilles de *Mesembryanthemum* que celles des Pins (à deux feuilles) sont accolées l'une contre l'autre et se présentent ainsi d'une façon très semblable, dans les deux cas, aux insectes parasites.

Certaines Cochenilles se rencontrent exclusivement sur les rameaux et les troncs d'arbres. Ainsi dans les serres de la région parisienne, nous récoltons couramment l'*Howardia biclavis* dont les boucliers sont entièrement cachés sous les fibres ligneuses de l'écorce d'arbustes divers. La présence du parasite est dévoilée par l'existence sur les tiges envahies de petites protubérances corticales qui correspondent à chaque individu facilement déterminable au point de vue spécifique en soulevant le bouclier : l'insecte est violet foncé et possède un bouclier ventral blanc dont le contour se détache particulièrement bien sur le fond sombre de l'écorce.

Toutes les espèces de *Targionia* se fixent exclusivement sur les tiges ou rameaux. J'ai pu récolter à diverses reprises dans les Alpes-Maritimes, des *Targionia nigra* en grattant sur les ceps de Vigne les vieilles écorces, on trouve alors sur l'écorce de l'année, complètement cachée en général les plaques constituées par des amas très serrés de boucliers.

Préférant cette localisation sur les rameaux, nous avons également *Tachardia albida*, *T. minuta*, *Monophlebus contrahens*, *Walkeriana floriger*, *compacta*, *ovilla*, *Aspidoproctus cinerea*, *Aspidiotus cingulatus*, *confusus*, *ostreæformis*, *Mytilaspis acaciæ*, *casuarinæ*, *dispar*, *Diaspis pentagona*, *rosæ*, *piricola*, *Chionaspis salicis*, etc.

Enfin certaines cochenilles se développent sur les organes souterrains, les racines en particulier. Le nombre connu est restreint : c'est le cas de certains *Antonina* : *A. purpurea*, en dessous du collet de Graminées indigènes (Carry-le-Rouet), *A. indica* sur les rhizomes de Graminées cinghalaises et *A. maritima* sur les mêmes organes de *Cyperus* sp.

J'ai eu l'occasion d'étudier le *Lachnodius greeni* qui vit sur les racines de Caféier (*Coffea robusta* et *C. liberica*) à Madagascar. Cet insecte vit en amas dans des loges constituées par de la terre et des débris d'écorce excoriés qui sont assemblés par des fourmis. Parfois ces sortes de tunnel peuvent se prolonger sur la partie inférieure de la tige et les *Lachnodius* se rencontrent alors sur cet organe. On a là un cas très net d'association fourmi-coccide. J'ai en effet signalé

d'après les renseignements obtenus, qu'au début de l'attaque des Caféiers par les *Lachnodius*, les cochenilles sont à nu et qu'on les voit facilement en écartant la terre du tronc. Plus tard, elles sont entourées d'une coque qui adhère fortement à l'arbuste et sous laquelle elles vivent en nombreuses colonies (VAYSSIÈRE, 1914b, 1916).

J'ai également récolté et étudié une Diaspine, *Aspidiotus* (*Hemiberlesia*) *provincialis*, qui est fixée sur le chaume d'une petite Graminée (*Psammia arenaria* Rœm et Sch.) au niveau de l'insertion des feuilles au collet et sur la partie souterraine de la plante (VAYSSIÈRE, 1914c, 1916). Les *Margarodes* sont en général des Coccides souterrains : j'ai décrit, par exemple, *M. Parieli* du Maroc où il parasite les racines de l'Orge dans l'oasis de Figuig (VAYSSIÈRE, 1921). Je signale, dans les pages précédentes, un *Aspidoproctus* qui a été rencontré en abondance uniquement sur les racines de *Sophora vicifolia* au Congo belge par GHESQUIÈRE.

Si on observe certains Coccides sur un grand nombre d'hôtes ou au cours de leur évolution, on constate qu'ils sont susceptibles de changer de localisation selon l'hôte, selon leurs stades d'évolution ou encore selon le sexe des individus considérés. En général, quand la multiplication a été favorisée, les insectes arrivent à couvrir plus ou moins uniformément les organes aériens. Aussi faut-il suivre la marche progressive de l'envahissement du végétal pour faire des observations utiles. Certaines cochenilles marquent en effet souvent une préférence au début de l'attaque : les unes commencent à envahir les feuilles, puis se répandent sur les autres organes. Ainsi *Mytilaspis becki* sur les *Citrus* se fixent d'abord toujours le long de la nervure médiane des feuilles, puis au fur et à mesure que le nombre d'individus augmente, ceux-ci passent sur les branches et les fruits.

D'autres opèrent des trajets inverses : de la tige et des rameaux aux feuilles et fruits. Dans ce groupe, nous pouvons mettre le *Chrysomphalus aurantii* qui infeste d'abord les rameaux, puis se répand sur les feuilles et les fruits. QUAYLE qui a étudié particulièrement cette espèce, a remarqué que les insectes sur les feuilles recherchaient de préférence la face supérieure, tandis que ceux de *C. aurantii*, var. *citrinus* se localisent sur la face inférieure.

Un autre comportement se constate chez *Protopulvinaria longivalvata* Green dont les larves et les jeunes femelles adultes sont fixées à la face supérieure des feuilles de *Piper nigrum*. Pour la ponte, les insectes émigrent à la face inférieure de ces mêmes organes.

Plusieurs autres Coccides quittent les organes foliaires eux-mêmes pour déposer leurs œufs. Parmi les plus communes, on peut citer la cochenille de l'Olivier, *Saissetia oleæ*. Les jeunes larves se fixent normalement sur la face supérieure des feuilles, l'hôte étant l'Olivier, l'Oranger, le Citronnier ou le Lentisque ainsi que j'ai pu le constater dans la région d'Antibes. Les insectes sont en majorité disposés le long de la nervure principale de la feuille. Très rare-

ment des larves de *S. oleæ* sont fixées à la face inférieure. Ce changement de localisation provient en général de la présence de la fumagine sur la face supérieure au moment où les jeunes insectes cherchent à se nourrir. Après la deuxième mue, une migration s'effectue et les cochenilles s'établissent pour pondre sur les jeunes rameaux. Très peu d'individus adultes se rencontrent sur les feuilles.

Les mêmes préférences, au cours de l'évolution, se constatent sur Lentisque chez *Ceroplastes sinensis* que j'ai trouvé associé au *Saissetia oleæ*, au cap d'Antibes, sur cet arbrisseau qui ne lui était pas connu comme hôte. Je noterai que la taille des adultes des deux espèces était beaucoup inférieure à la normale (*C. sinensis*, 2 millimètres à $3^{mm},5$ de long au lieu de 7 millimètres et *S. oleæ* $1^{mm},5$ au lieu de $2^{mm},5$ à 3 millimètres). Au cours de plusieurs élevages, j'ai constaté que les larves de l'*Icerya purchasi* sur Vigne et sur Figuier, se fixent à la face inférieure des feuilles, tandis que les adultes sont toujours sur les rameaux. Les adultes de *Pulvinaria betulæ* (= *vitis*) se groupent, pour former leur sac ovigère et pondre, le long des rameaux lignifiés et souvent même sont agglomérés à la base du cep. Les larves au contraire, dès la sortie du sac ovigère, émigrent sur les feuilles, j'ai pu les observer indifféremment sur les deux faces, de préférence le long des nervures et même sur le pétiole (face supérieure).

Un déplacement comparable s'observe chez le *Lecanium corni* dont les larves avant l'hiver quittent les feuilles et se fixent sur les rameaux de leurs hôtes. Les femelles de *Pseudococcus newsteadi* Green, avec leur ovisac, sont observées en été dans les crevasses à la face inférieure des branches du Hêtre. En décembre, les jeunes larves sont cachées entre les écailles imbriquées des boutons à feuilles ; les insectes au printemps opèrent toute leur évolution soit aux points où ils ont passé l'hiver, soit aux angles des petits rameaux et à la fin de juin, les jeunes adultes émigrent dans les crevasses corticales pour former leur ovisac (Green 1917). Les préférences des stades larvaires chez une même espèce peuvent différer selon le sexe, sans que cela soit absolu. Ainsi les femelles d'*Eriococcus tenuis* sont groupées à la base des feuilles tandis que les mâles sont plus largement distribués à la surface. Chez *E. araucariæ*, la deuxième larve se porte le plus souvent à l'extrémité des feuilles d'*Araucaria* ; les femelles, lors de la ponte, se fixent au contraire à la base des feuilles (Teodoro).

Les boucliers femelles de *Fiorinia simplex* se rencontrent sur les deux faces des feuilles, les boucliers mâles exclusivement sur la face inférieure. *F. secreta* a ses femelles dans de petites galles à la face supérieure des feuilles tandis que les boucliers mâles sont dans des dépressions peu profondes de la face inférieure. Il en est de même pour *Parlatoria mytilaspiformis* Gr. Enfin, le groupement par individus de même sexe se constate particulièrement bien chez *Aulacaspis pentagona* et parfois il est si net que les amas, blanc pur, de boucliers mâles tranchent souvent sur le fond grisaille dû à l'écorce ou aux boucliers femelles. On a essayé d'expliquer de diverses façons ce phénomène, mais il est nécessaire

que l'expérimentation vienne vérifier les hypothèses mises en avant. Pour ma part, j'ai entrepris, ces dernières années, des essais d'élevage en isolant les femelles de *A. pentagona* juste avant la ponte. Je n'ai pu encore aboutir à un résultat satisfaisant. Parmi les explications suggérées par la répartition des sexes, sur le Mûrier par exemple, celle qui me tente le plus est sans aucun doute la possibilité d'existence, dans cette espèce, de femelles, à descendance exclusivement mâle : Les jeunes larves, à peine écloses, se fixeraient les unes contre les autres tout autour de leur mère et formeraient ainsi les amas qui sont observés. Mais comment expliquer les importantes agglomérations de mâles qui paraissent supérieures en nombre à la totalité de la ponte d'une seule femelle et qui se rencontrent souvent sur le Mûrier? Peut-être, doit-on voir dans ce fait, une sorte d'instinct de grégarisme chez les larves de même sexe. Ceci se constate particulièrement bien quand *A. pentagona* parasite le Mûrier ou le Pêcher. J'ai pu noter les emplacements des amas mâles sur un Mûrier pleureur et le schéma obtenu complété par l'étude des conditions extérieures ne m'a fourni aucun enseignement. Sur le Lilas, on ne trouve plus d'agglomérations très importantes de mâles ; ces derniers sont fixés en grande quantité le long du tronc, mais pas plus spécialement à la base des insertions des branches qu'en d'autres points. Cette répartition viendrait à l'appui de la première hypothèse.

Discussion. — D'après les exemples précédents, le comportement des Coccides vis-à-vis de leurs hôtes semble extrêmement variable : de même que nous avons dû rester sur une hypothèse pour les agglomérations mâles de *Aulacaspis pentagona*, pour la distribution de l'*Aspidiotus hederæ* sur les Genêts, de même la répartition des autres espèces sur les organes des végétaux ne peut donner lieu, à l'heure actuelle, à des explications satisfaisantes.

En ce qui concerne le *Pulvinaria mesembryanthemi* ou les *Leucaspis*, il paraît vraisemblable de faire intervenir la constitution anatomique des feuilles. Or, l'étude des nombreux dessins de coupes dans les feuilles de Pins (1) n'a pas éclairci le problème : la cuticule et l'épiderme ont la même épaisseur sur toutes les faces de la feuille et les vaisseaux conducteurs sont centraux.

Des coupes ont été également effectuées dans les feuilles de *Mesembryanthemum* et rien, au point de vue anatomique, ne nous a paru différencier la face interne des faces latérales : même cuticule, mêmes grosses cellules sécrétrices dans l'assise épidermique, bois et liber au centre.

Il est vraisemblable que pourtant, dans certains cas, cette constitution anatomique des organes intervient ; c'est la cause fort probable de la localisation de *Aspidiotus* (*Heimberlesia*) *camelliæ* sur *Elæagnus reflexa* dont les feuilles sont garnies, à la face inférieure, d'un système pileux très dense qui doit rebuter les jeunes larves quand elles recherchent un point de fixation. Dans la même catégorie entre l'*Aspidiotus britannicus* sur Buis dont la distribution tout

(1) J. Pipault, Contribution à l'étude anatomique de la feuille des Pins (*Thèse pharmacie*, Saint-Dizier, 1923).

autour du limbe est en rapport avec le curieux épanouissement des faisceaux libéro-ligneux, dans les tissus de la feuille.

L'action des agents extérieurs ou intérieurs (lumière, humidité, composition des sucs) paraît expliquer le comportement de plusieurs Coccides. En particulier, l'abandon des organes foliaires pour les rameaux au cours de l'évolution, au moment de la ponte par exemple, correspond selon toute vraisemblance à un acte provoqué par un phototropisme qui, de positif dans le jeune âge, change brusquement de sens. J'ai insisté sur cette question à l'occasion de l'étude de *Guerinia serratulæ*.

Quoi qu'il en soit, dans la plupart des cas, la raison première du comportement des cochenilles vis-à-vis de leurs hôtes nous échappe et nous devons, à l'heure actuelle, nous contenter d'accumuler, de grouper les observations de l'ensemble desquelles il sera possible un jour de dégager des conclusions.

Les résultats obtenus dans la recherche des causes de répartition de certains animaux marins à l'aide du pH incitent à penser que peut-être les variations de ce facteur dans les sucs végétaux en divers points des hôtes expliqueraient certains faits, encore obscurs, dans la biologie des Coccides.

III. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES COCCIDES. — Comme tous les groupes d'êtres vivants, on rencontre dans la famille des Coccides des sous-familles, genres ou espèces ayant des aires géographiques très inégales, depuis une simple localité jusqu'à plusieurs continents. Nous avons déjà eu l'occasion dans les pages précédentes de signaler certaines espèces des plus cosmopolites, telles que l'*Aspidiotus hederæ*.

Plusieurs facteurs interviennent dans la répartition géographique des Coccides : on doit citer en première ligne la distribution des végétaux qui constituent les hôtes de la cochenille, surtout si l'insecte est monophage. J'ai déjà montré en étudiant *Cryptococcus fagi* que les aires générales de dispersion du Hêtre et de son parasite ne coïncident pas et que celle du végétal est beaucoup plus étendue que celle de son agresseur. Ainsi que Rabaud l'a fait justement remarquer, une telle différence, est importante à considérer, car elle contribue à maintenir le Hêtre au moins « dans la zone où son aire générale de dispersion déborde celle de son agresseur » [Rabaud, 1917].

La température, l'humidité et d'une façon plus générale, la latitude et l'altitude sont également des agents importants dans la distribution géographique des Coccides.

Les facteurs qui favorisent l'extension des aires d'habitat sont assez nombreux de nos jours, pour que certaines observations faites sur les parasites de végétaux aient un certain intérêt au point de vue biogéographique. Cette assertion est particulièrement exacte pour les cochenilles qui, vivant fixées pendant une partie de leur existence, peuvent s'établir dans une nouvelle contrée à la suite de transports accidents, sans attirer l'attention au début de leur

acclimatation. Si donc des espèces, connues depuis longtemps, n'ont pas étendu leur aire générale de distribution, on pourra, dans quelques cas, en tirer certaines conclusions qui ne seront pas sans utilité.

L'étude des espèces connues d'une seule localité ne présente en général aucun intérêt spécial, ces espèces ayant été décrites, le plus souvent, sur un très petit nombre d'individus et le manque de renseignements sur l'étendue de la distribution géographique n'implique pas que celle-ci n'est pas importante surtout quand il s'agit d'espèces exotiques récoltées par un voyageur non spécialiste, ce qui est le cas le plus courant.

Il y a lieu toutefois d'envisager les espèces décrites de localités où les spécialistes ont l'occasion de faire des recherches approfondies. Dans cette catégorie, je citerai le *Gymnococcus agavium*. En 1882, DOUGLAS récoltait dans les serres du Jardin royal de Kew (Angleterre) une *Pseudococcinæ* pour laquelle un genre nouveau a dû être créé. Les Agaves qui hébergeaient cette espèce ayant été importées trois ans plus tôt des États-Unis méridionaux, il a été conclu avec assez de vraisemblance que l'insecte avait été introduit dans les serres en même temps. Or, depuis cette époque, bien que les spécialistes américains aient parcouru les régions d'où provenaient les plantes de Kew, *G. agavium* n'a jamais été trouvé sur le nouveau continent, d'où pourtant ont été décrites les deux autres espèces connues du genre *Gymnococcus*. Par contre, en 1913, j'ai pu étudier des exemplaires de *G. agavium*, récoltés par mon regretté ami A. VUILLET, sur des Agaves, à l'air libre, en Italie, dans les jardins de la Mortola (VAYSSIÈRE, 1918). Je n'ai pu encore obtenir des échantillons originaires, par exemple, de notre Côte-d'Azur où l'on rencontre à profusion la plante-hôte, ni d'un point du territoire italien, autre que la Mortola, bien que plusieurs entomologistes qualifiés (BERLESE, LEONARDI, SILVESTRI, etc.) aient étudié la faune coccidologique de ce dernier. Aucune explication satisfaisante ne peut être donnée du défaut d'extension du *G. agavium* dans une région où il doit trouver des conditions favorables à son développement. Quant à sa présence simultanée en deux localités si différentes que Kew et la Mortola, je la mets sur le compte d'un transport accidentel avec des Agaves, lors de la création du jardin de la Mortola par Lord HANBURY.

Ayant la même dispersion anormale que le *Gymnococcus agavium*, nous pouvons citer *Eriococcus bahiæ*, décrit en 1906 par EHRHORN qui l'avait récolté sur les racines de *Eriophyllum* (*Bahia*) *confertiflorum*. FERRIS, (1921) depuis cette époque, a rencontré la même cochenille sur un certain nombre de plantes très différentes (*Castilloia*, *Quercus*, *Eriophyllum*, etc.), toujours en Californie. Or, en 1913, J. COTTE m'a adressé *E. bahiæ* sur *Crithmum maritimum* de l'île Pomègue (golfe de Marseille) et je l'ai moi-même recueillie en abondance sur un point (Carry-le-Rouet, Bouches-du-Rhône) de la côte méditerranéenne [VAYSSIÈRE, 1916]. Une telle distribution géographique étonne au premier abord et on comprend que FERRIS mette en doute notre détermination, con-

trôlée par E.-E. GREEN. Toutefois, dans les pages suivantes, j'espère apporter une explication satisfaisante de cette curieuse répartition qui n'est sans doute que temporaire.

Bien que, dans son ensemble, la famille des Coccides soit caractéristique surtout de la zone intertropicale, nous avons des espèces et même des genres qui paraissent cantonnés dans les régions tempérées. Ce sont ces mêmes cochenilles qui sont susceptibles de s'étendre en latitude comme en altitude. TULLGREN en signale une vingtaine d'espèces en Suède : *Aspidiotus hederæ*, *Aulacaspis rosæ*, *Chionaspis salicis*, *Mytilaspis pomorum*, *Pulvinaria vitis*, *Lecanium coryli*, *L. persicæ*, *Kermococcus quercus*, *Gossyparia ulmi*, *Phenacoccus aceris*, etc.

L'ensemble des observations de TULLGREN sont, en quelque sorte, contrôlées par celles de HENRIKSEN pour le Danemark où, outre les espèces précédemment citées, on rencontre également à l'air libre en particulier : *Eriopeltis festucæ*, *Leconium*, *corni*, *Eulecanium bituberculatum*, *Orthezia urticæ*, *Cryptococcus fagi*, etc. Évidemment des espèces subtropicales et tropicales (*Chrysomphalus aonidum*, *Ischnaspis filiformis*, etc.) ont pu, dans ces mêmes régions, s'acclimater en serres, mais on ne peut considérer comme un fait biologique intéressant ces localisations artificielles.

Par contre, si on envisage la répartition des espèces, suivant l'altitude, on constate que, pour les Coccides comme pour beaucoup d'autres êtres vivants, cette distribution rappelle, au fur et à mesure qu'on s'élève, celle observée en plaine quand on s'éloigne de l'Équateur. J'ai pu récolter à 1 700 mètres d'altitude dans des prairies alpestres, *Eriopeltis festucæ* qui est susceptible de s'y rencontrer en quantité relativement grande. De même, *Chionaspis salicis* peut parasiter dans les Alpes françaises, jusqu'à 1 500 mètres d'altitude *Populus tremula*, *Salix cinerea* et les *Vaccinium* (Airelles) qui en constituent les hôtes les plus élevés. *Mytilaspis pomorum* a, en altitude, une aire de distribution sensiblement égale à celle de ses hôtes.

Le genre *Kermes* dont on connaît une quarantaine d'espèces, est également localisé dans la zone tempérée. Il est vrai que toutes ses espèces sont spécifiques au genre *Quercus* qui ne se rencontre pas dans la zone intertropicale. Toutefois il y a lieu d'ajouter que les *Kermes* ont une aire de dispersion connue beaucoup moins étendue que celle du genre *Quercus*. BODENHEIMER a bien trouvé une seule fois une seule espèce, restée indéterminée, de *Kermes* en Palestine ; il vient d'en signaler également une nouvelle espèce, *K. biblicus*, récoltée à Beyrouth (Syrie) sur les branches du *Quercus coccifera*. HALL constate qu'en Égypte il y a absence complète de la faune coccidologique du genre *Quercus* et, en particuler, il cite aucun *Kermes* de cette région. En Algérie, trois espèces seulement ont été déterminées (*ballotæ*, *ilicis* et *vermilio*) et j'ai eu l'occasion d'en noter une seule au Maroc (VAYSSIÈRE, 1921). En somme, le genre *Kermes* est présent exceptionnellement à l'est et au sud de la Méditerranée. Son extension en Amérique, en rapport à la latitude est tout à fait comparable.

Une telle localisation dans la zone tempérée peut parfois s'expliquer par une action néfaste de la chaleur sur les espèces considérées. La monographie du *Saissetia oleae*, par QUAYLE, me suggère une explication du fait que cette cochenille ne se rencontre pas ou est très rare dans la zone intertropicale bien que nombre de ses hôtes y prospèrent. Des nombreuses expériences de l'entomologiste américain, il résulte que les jeunes larves non encore fixées sont très sensibles à la chaleur. Voici en particulier quelques observations :

De 34°,5 à 38°C	Non incommodées.
De 40° à 45°C (au soleil)	Restées vivantes pendant l'expérience, mais incommodées.
De 46° à 50°C —	Toutes mortes en 15 minutes.
A 54°C............................	— 5 minutes.

Dans chaque cas, des lots témoins étaient conservés à des températures moyennes et restaient parfaitement vivants et actifs. D'après QUAYLE, bien qu'il ne paraît pas avoir fait d'expériences précises, les Lecanium de l'Olivier, déjà fixés, c'est-à-dire à des stades plus âgés que les larves précédentes, sont plus sensibles à la chaleur que ces dernières. Il ne serait pas rare en Californie, qu'une génération du « Black Scale » soit entièrement tuée par une vague de chaleur. Cette dernière m'apparaît comme étant l'agent principal enrayant la dispersion du *Saissetia oleæ* dans les régions tropicales.

Il est vraisemblable que c'est la même sensibilité qui empêche le *Pseudococcus adonidum* de s'établir dans les pays équatoriaux. Il y est remplacé, sur les mêmes hôtes, par une espèce très voisine, le *P. maritimus*, qui, lui au contraire, ne paraît pas susceptible de s'étendre en latitude au-dessus du 30e degré. Le *P. virgatus*, véritable fléau d'un grand nombre de cultures, dans les régions tropicales, est dans le même cas et ne doit pas trouver des conditions favorables à son acclimatation dans les régions telles que l'Afrique du nord où un grand nombre de ses hôtes (*Citrus*, *Gossypium*, etc.) se rencontrent pourtant en abondance.

Des groupements homogènes d'espèces, des genres à caractères bien précis, peuvent nous présenter des aires d'habitat relativement restreintes bien que les plantes-hôtes soient largement répandues.

Les espèces du genre *Leucaspis*, au nombre de dix-huit à l'heure actuelle, sont non seulement localisées dans la zone tempérée mais toutes sont décrites des continents autres que les Amériques, où la flore est assez riche en espèces de Conifères, en *Pinus* particulièrement, pour héberger ces cochenilles. On trouve bien dans la bibliographie deux espèces de *Leucaspis* (*cupressi* et *kelloggi*) décrites de Californie, mais il est établi que ces insectes doivent entrer dans le genre *Mytilaspis*. Il est intéressant de noter que sur dix-huit *Leucaspis* connus, sept espèces sont caractéristiques du genre botanique *Pinus* et une du genre *Ephedra*, autre Gymmosperme :

Espèces :	*Hôtes :*	*Régions :*
Cockerelli.	Monocotylédones.	Maurice.
Cordylinidis.	—	Australie.
Stricta.	—	Nouvelle-Zélande.
Indiæ orientalis.	Pinus.	Indes.
Knemion.	—	Syrie.
Lœwi (sulci)	—	Espagne.
Perezi.	—	Canaries.
Pini (candida, affinis)	—	Europe, Syrie.
Pusilla (leonardii).	—	Italie, Autriche.
Signoreti (corsa).	—	Corse, Europe.
Ephedræ.	Dicotylédones variées.	Algérie.
Gigas.	—	Nouvelle-Zélande.
Indica.	—	Indes.
Japonica.	—	Japon, Indes, Brésil (1).
Kermanensis.	—	Corse.
Pistaciæ.	—	Chypre.
Riccæ (epidaurica).	—	France, Grèce.
Salicis.	—	Indes.

Le genre *Stictococcus* a une répartition encore plus restreinte. Il n'est en effet connu que de l'Afrique intertropicale :

Espèces :	*Hôtes :*	*Régions :*
Dimorphus.	Cacaoyer.	Afrique orientale.
Diversiseta.	Anona.	Afrique occidentale.
Formicarius.	*Barteria fistulosa.* / *Cuviera angolensis.*	Congo.
Gowdeyi.	*Haranga madagascariensis.*	Uganda.
Multispinosus.	Inconnu.	Afrique orientale.
Sjostedti.	Cacaoyer, Caféier.	Cameroun, Nigeria, Dahomey, Côte-d'Or.

Vue l'importance économique que présentent les espèces de *Stictococcus* vivant aux dépens de cultures telles que les Cacaoyers, certains auteurs ont pu penser avec vraisemblance que ces cochenilles se rencontraient dans toutes les régions où on cultive le Cacaoyer. Or, rien n'est venu jusqu'à ce jour confirmer cette hypothèse et, même de San Thomé, je n'ai jamais reçu de *Stictococcus*, bien que la liste des insectes parasitant, dans cette île, les *Theobroma* ait été dressée avec soin [Vayssière, 1918[a]]. La localisation si précise du genre *Stictococcus* doit être liée à des conditions particulières que lui offre le continent africain et qui nous échappent. Ce genre présente d'ailleurs d'autres particularités ; il est très aberrant, au point qu'on l'a placé successivement dans les *Lecaniinæ* (Cockerell, 1903) et dans les *Margarodinæ* (Newstead, 1908). Puis, Newstead et Silvestri, ayant particulièrement bien étudié les stades larvaires de quatre espèces (*dimorphus*, *diversiseta*, *gowdeyi* et *sjostedti*), ont constaté un dimorphisme larvaire dès le premier stade, inconnu chez les autres

1. Présence, dans ce pays, due à l'importation accidentelle.

Coccidæ (1). Les caractères les plus saillants sont l'absence d'appareil buccal et la présence d'un anneau anal à six soies (caractère de *Dactylopiinæ*) chez la larve mâle. Aussi doit-on, semble-t-il, détacher le genre *Stictococcus* des sous-familles connues et en créer pour lui une nouvelle, celle des *Stictococcinæ* (LINDINGER, SILVESTRI).

Les Coccides d'Australie. — La faune coccidologique d'Australie présente des caractères particulièrement intéressants au point de vue biogéographique. Elle mériterait, à elle seule, une étude approfondie que je ne puis aborder ici qu'en abrégé, me réservant de la traiter ultérieurement avec tous les détails nécessaires.

Grâce aux travaux de MASKELL, de FROGGATT, de MYERS, de RAMAKHRISHNA AYYAR et enfin avec l'aide du magnifique ouvrage de E.-E. GREEN, j'ai dressé le tableau ci-joint, de la considération duquel on peut tirer quelques conclusions importantes.

Tout d'abord, des 365 espèces connues d'Australie, 41 seulement sont d'origine étrangère; toutes les autres sont indigènes et un très faible nombre (9) s'est répandu dans les autres contrées. Comme dans les divers groupes zoologiques ou botaniques, la plupart des Cochenilles australiennes appartiennent à des sous-familles ou genres absolument caractéristiques et en relations étroites avec la flore locale : seize genres (en petites CAPITALES dans le tableau) comprenant en semble 89 espèces, presque toutes vivant aux dépens d'*Acacia*, *Casuarina*, *Eucalyptus* et *Melaleuca* n'ont jamais été trouvées ailleurs, même pas en Nouvelle-Zélande. Une mention particulière doit être faite pour la faune coccidologique des Eucalyptus sur lesquels on a pu étudier, jusqu'à ce jour, 89 espèces dont 44 au moins sont cécidogènes et ont été groupées dans l'extraordinaire sous-famille des *Brachyscelinæ*. Pour des naturalistes qui n'ont étudié que des cochenilles, européennes par exemple, quel étonnement de voir ces galles de forme si variée que des insectes du même groupe sont susceptibles de provoquer sur les végétaux. Évidemment, nous sommes en présence d'un phénomène d'association où l'espèce du végétal (*Eucalyptus* surtout) n'est pas indifférente, mais il est curieux de constater que le plus souvent, les galles provoquées par les larves mâles et par les larves femelles de la même espèce sont différentes les unes des autres : tel est le cas pour *Apiomorpha attenuata*. *A. conica*, *A. minor*, *A. minuta*, *Opisthoscelis mammilaris*, *O. maskelli*, *O. pisiformis*, etc.

Les *Monophlebinæ* sont représentés en Australie par quatre genres caractérisés, dont trois ne se rencontrent pas ailleurs : *Monophlebulus*, *Nodulicoccus* et *Auloicerya*. Que dire enfin des *Callipappus*, ces curieux *Margarodinæ* dont les

(1) Une récente étude de S. MAHDIHASSAN sur les stades larvaires des *Tachardiinæ* aux Indes est particulièrement suggestive au point de vue du dimorphisme sexuel dans le jeune âge, et je ne doute pas du grand intérêt économique qui existe dans de telles recherches ; quoi qu'on puisse penser de la valeur systématique des travaux de l'entomologiste indien, on doit reconnaître que les aperçus originaux qu'il apporte comme conclusions de ses observations ouvrent des horizons tout à fait nouveaux pour les recherches biologiques non seulement chez les cochenilles à laque mais encore chez toute la famille des *Coccidæ*.

femelles possèdent, non pas des pattes spécialisées pour fouir, comme chez la plupart des espèces voisines, mais des membres avec des cuisses très robustes et des crochets pointus et courbés qui leur permettent de circuler sur la rude surface des écorces des *Acacia*, des *Casuarina* ou des *Eucalyptus*. Quant aux mâles, les jolis « Bird of Pardise Flies », ils sont bien différents avec leurs touffes de filaments vitreux des autres mâles monophléboides.

Un autre caractère de l'ensemble des Coccides australiens est la monophagie absolue de près de 300 espèces. C'est, à cette circonstance, à laquelle il faut ajouter, pour la plupart de ces insectes, la spécificité d'organe végétal ou sténomérie, qu'est certainement due la dispersion à peu près nulle des espèces de ce continent. On ne connaît à l'heure actuelle que neuf espèces ayant pu se développer de par le monde et encore parmi elles il n'y a que l'*Icerya purchasi*, l'*Aspidiotus* (*Chrysomphalus*) *aurantii*, et *Parlatoria proteus* (*P. blanchardi*?) auxquelles on puisse attribuer dans une certaine mesure le qualificatif de « cosmopolites » ou plus exactement d'ubiquistes. Toutes les autres ont une aire de distribution très restreinte.

Le petit nombre des espèces introduites mérite de retenir l'attention si on n'oublie pas que le continent australien a une superficie égale à celle du territoire des États-Unis d'Amérique. Les conditions inhérentes de la vie animale dans cette contrée, doivent bien différer de celles d'autres régions, par des caractères dont beaucoup sont encore insoupçonnés, pour que les cochenilles exotiques ne s'y soient fixées que pour une proportion infime, malgré les échanges commerciaux. Ceci apparaît particulièrement net si on considère, par exemple, le genre *Chionaspis* dont on connaît plusieurs espèces polyphages et ubiquistes, parmi lesquelles *Ch. citri*, seule, s'est implantée en Australie.

Considérons maintenant simultanément la faune coccidologique de l'Australie et des pays voisins tels que la Nouvelle-Zélande et les Indes. On est étonné de constater l'absence complète d'espèces communes à ces dernières régions et au continent qui nous intéresse, à l'exception évidemment des cochenilles à large distribution géographique.

Il faut noter auparavant quelques caractères négatifs qui sont communs à ces trois territoires et qui frappent un spécialiste (bien que je ne les ai jamais vu signaler) à la lecture du tableau précédent On remarque en effet l'absence d'espèces indigènes de la sous-famille des *Ortheziinæ*, du genre cosmopolite *Ceroplastes* et, sauf à Ceylan, du genre *Diaspis* ; le premier de ceux-ci n'a aucun représentant connu en Nouvelle-Zélande et le second n'y est connu que par les espèces polyphages *boisduvali* et *rosæ* auxquelles s'ajoutent *bromeliæ* et *pentagona* en Australie.

Comme Coccides habitant simultanément sur ce continent et en Nouvelle-Zélande, je ne connais que trois espèces: *Eriococcus coriaceus*, *Leucaspis maskelli* et *Mytilaspis eucalypti*.

Je dois ajouter qu'en outre, une espèce de *Mytilaspis* de Nouvelle-Zélande,

M. intermedia aurait été retrouvée en Australie où elle a pris des caractères suffisamment personnels pour que Green en ait fait une variété (*victoriæ*).

Il y a lieu d'insister sur le fait que certains genres sont connus *presque* exclusivement des trois territoires dont je viens de parler. Ces genres figurent, dans le tableau précédent, en *italiques*. Parmi eux, on a le genre *Ctenochiton* dont 16 espèces ont été décrites : 10 de Nouvelle-Zélande, 6 d'Australie, 3 de Ceylan et 2 seulement d'autres régions (Mexique et Brésil). De même, le genre *Inglisia* (*Cardiococcus*) a 2 espèces australiennes. 5 néozélandaises, 3 indiennes et enfin 2 du Mexique ou des régions voisines (Cuba, Trinité).

Ces relations entre les cochenilles de pays parfois éloignés m'engagent à aborder la question des espèces témoins d'un état des continents antérieurs à notre époque. J'ai eu l'occasion de signaler tout l'intérêt d'un tel problème. En 1913, j'ai été appelé à étudier le genre *Lachnodius* qui avait été créé par Maskell pour les *Dactylopiinæ* ayant des antennes de sept à huit articles et possédant un orifice anal entouré par une vingtaine de soies [Vayssière, 1914[1], 1916]. L'entomologiste néo-zélandais décrivit successivement trois espèces, toutes trois d'Australie où le genre paraissait confiner. Je reçus une quatrième espèce, le *Lachnodius greeni* Vayss., qui avait été recueillie sur des racines de Caféier (*Coffea robusta* et *liberica*) à Madagascar (Voir p. 361).

A la description du *L. greeni*, j'ajoutais les lignes suivantes : « Si, comme il y a tout lieu de le supposer, cette dernière espèce est indigène à Madagascar, il serait fort intéressant, au point de vue de l'apparition et de la répartition du genre, de rechercher s'il n'existe pas de *Lachnodius*, soit dans l'Inde, soit dans les îles qui faisaient aussi partie de l'ancien continent australo-indo-malgache. Ce continent n'existait déjà plus au Nummulitique : l'Australie était séparée de l'Inde, de Madagascar et des Seychelles encore réunies. Le genre *Lachnodius* serait dont un témoin d'un état de choses antérieur à cette époque. Mais encore faudrait-il connaître la ou les plantes malgaches sur lesquelles le *L. Greeni* s'est perpétué jusqu'à nos jours. »

Je n'ai pu encore obtenir de documents nouveaux sur cet insecte à Madagascar. Par contre, M. Green a décrit, depuis mon travail [Green, 1922], une espèce de *Lachnodius*, *L. humboldtiæ*, récoltée dans des branches creuses de *Humboldtia laurifolia* à Ceylan, où elle paraît indigène. Ainsi les faits apportent une confirmation à l'hypothèse que j'ai émise il y a une douzaine d'années.

Une connaissance plus complète de la faune coccidologique, très riche en général, de toutes les îles qui réunissent dans l'Océan Indien, l'Australie à Madagascar, permettrait certainement de faire d'intéressantes constatations. N'y a-t-il pas déjà un *Mytilaspis*, *M. auriculata* Green, qui vit aux dépens de divers Crotons et qui est signalé d'Australie, Java, les Indes, Ceylan et des Seychelles ?

De même, *Aspidiotus* (*Chrysomphalus*) *cladii* Mask., très polyphage, est

GENRES	AUSTRALIE – [illegible] – Monophages – [illegible]	AUSTRALIE – Monophages – [illegible]	AUSTRALIE – Monophages – [illegible]	AUSTRALIE – Monophages – [illegible]	AUSTRALIE – Divers	AUSTRALIE – [illegible]	AUSTRALIE – [illegible]	AUSTRALIE – [illegible] – Monophages	AUSTRALIE – [illegible] – Polyphages	AUSTRALIE – Étrangers – Monophages	AUSTRALIE – Étrangers – Polyphages	AUSTRALIE – Total	NOUVELLE-ZÉLANDE – Fagus	NOUVELLE-ZÉLANDE – Divers	NOUVELLE-ZÉLANDE – Polyphages	NOUVELLE-ZÉLANDE – Ubiquistes Polyphages importées	NOUVELLE-ZÉLANDE – Total	INDES ET CEYLAN – Indigènes – Monophages – *Bambusa*	INDES ET CEYLAN – Indigènes – Monophages – Divers	INDES ET CEYLAN – Indigènes – Polyphages	INDES ET CEYLAN – Ubiquistes	INDES ET CEYLAN – Total	OBSERVATIONS
[illegible]					1							1											
[illegible]												[illegible]							11			11	
Aspidoproctus																							
Walkeriana																			2			2	
NODULICOCCUS												1							3	1		4	
[illegible]									1		1[b]	1				1	1					7	[a] purchasi, [b] aegyptiaca.
[illegible]	[illegible]											[illegible]											
Stratococcus												[illegible]											
Nietnera																							
Labioproctus																			1			1	
Margarodes																			1			1	
Cœlostomidia																			4			4	
Ultracœlostoma																							
Stigmacoccus																	1						
Kuwania																			1			1	
CALLIPAPPUS	1	1	1		2							5				1	1					1	
Orthezia																							
NEWSTEADIA										1		1									1[a]	1	[a] insignis
CONCHASPIS																						1	
PHENACOLEACHIINÆ													1				1						
TACHARDINA	1				3				2			6										7	
SPHÆROCOCOPSIS			1									1											
[illegible]			1									1											
SPHÆROCOCCUS	3	3	1		4							[illegible]											
CYLINDROCOCCUS		4										[illegible]											
[illegible]		1										3											
OLLIFFIA		1										1											
APIOMORPHA			30									30											
OPISTHOSCELIS			10									10											
ASCELIS			3									3											
CYSTOCOCCUS			1									1											
FRENCHIA		2										2											
Asterolecanium	1				1							7		1		1	2	15	3			18	
Lecaniodaspis	2		4	1	3							10											
Cerococcus					3	1[a]						4							6	1[a]		7	[a] bryoides (Fiji, Australie, Indes).
Kermes	1											1										1	
Rhizococcus	5	5										10	4	3			[illegible]						
Gossyparia		1	1		1							3	1				1						
Eriococcus		2	13	1	5		2			1		28	2	3	2	2	9					9	
Pseudoripersia		1										1											
Erium					2	1						3											
Pseudococcus	4		1		6	2	1	1		1	2	18	2	[illegible]	2	[illegible]	[illegible]					19	
Phenacoccus	1	1			1							3		1			1					9	
EPICOCCUS	1											1											
Lachnodius	1		2									3							1			1	
Ripersia					1							1	1	4			5					4	
ANTONINA					1							1						1				4	
Ceronema			1		2							3										2	
Pulvinaria	1				8	2	2				1	14				1	1					9	
Tectopulvinaria												1											
Lichtensia												1											
Signoretia											1	1											
Ceroplastes											[illegible]	4									4[b]	4	[ab] ceriferus, [ab] floridensis, [ab] rubens, [a] rusci, [b] actiniformis.
Ctenochiton	2		1	1	2							6		4	6		10						
Inglisia					1							2	1	[illegible]	1		[illegible]		1	2		3	
Ceroplastodes				1								1										3	
Lecanium	3	1		1	6					1	10	22		1		[illegible]	8	1				[illegible]	
Cryptes	1											1											
Aclerda					1							1						1				2	
Lecanopsis					1							1											
Aspidiotus	6	1	4		13	2	1		2	2	5	[illegible]		5		5	10	1				34	
Aonidia					2							2										23	
Parlatoria					4	2			1		1	8										17	
Gymnaspis	1				1							2										3	
Mytilaspis	7	1	4	4	13	1	1		1		3	35		[illegible]	1	[illegible]	11					14	
Ichnaspis											1	1										1	
Poliaspis		1			2		1					4			2		2						
Leucaspis					1							1		1	2	2	5					6	
Diaspis											4[a]	4				2[b]	2		4		6	10	[ab] boisduvali, [a] bromeliæ, [a] pentagona, [b] rosae.
Fiorinia	2	1	1	1	3						1	[illegible]		1	1		2					16	
Chionaspis			3		4		1[a]			1[b]		9		2		1[b]	3					33	[a] eugeniæ, [b] citri.
Hemichionaspis																1	1					10	
Maskellia			1									1		1									
Odonaspis																	1					4	
Phenacaspis			1																				

connu d'Australie et de l'île Maurice, on l'a également récolté sur Aloës au Natal où il a été sans doute importé.

Aux Seychelles, en dehors d'espèces cosmopolites, on doit rappeler la présence du *Ceroplastes rubens*, largement distribué dans la région australienne, du *Chionaspis subcorticalis* Gr. et du *Diaspis flacourtiæ* Rutherf. : ces deux derniers insectes n'étaient connus, jusqu'à maintenant, que de Ceylan (Green, 1921). J'ajouterai, comme caractère particulier à ces îles, l'absence d'*Orthezia*, comme aux Indes, en Australie et en Nouvelle-Zélande, et enfin l'absence d'*Eriococcus* et de *Fiorinia* qui sont, par contre, très richement représentés dans les trois contrées précédentes.

Je compléterai ces indications biogéographiques relatives à ce que l'on peut considérer comme les témoins de l'ancien continent australo-indo-malgache, en signalant qu'aux îles Fiji, en outre de cochenilles cosmopolites (une douzaine), on a trouvé une espèce, *Aspidiotus excisus* Green, qui a des caractères particulièrement nets et que l'on ne connaît d'autre part que de Ceylan.

En quittant les Coccides de la région australienne, il est utile, par un coup d'œil rapide de noter les caractères propres aux Coccides de la Nouvelle-Zélande ou des Indes, en dehors de ceux dont il a été déjà question

Nouvelle Zélande. — Richesse coccidologique du genre *Fagus* ; absence de *Monophlebinæ* indigènes ; *Margarodinæ* représentés par deux genres spéciaux (*Cœlostomidia* et *Ultracœlostoma*), existence d'une sous-famille indigène les *Phenacoleachiinæ*.

Indes et Ceylan. — Richesse coccidologique des genres *Bambusa* et *Arundinaria* avec 15 espèces indigènes d'*Asterolecanium* et les 4 seuls représentants connus du curieux genre *Odonaspis* ; pauvreté en espèces introduites ; *Monophlebinæ* bien représentés (24 espèces).

IV. RELATIONS DES DIVERS MODES DE DISPERSION DES COCCIDES. — Certainement une connaissance plus approfondie de la filiation des principales coupes de la famille des *Coccidae*, une précision plus grande dans l'établissement de la répartition géographique de ces insectes donneront la possibilité d'émettre des suggestions sur l'origine de la famille, sur ses relations avec les groupes voisins et avec les végétaux, sur son évolution, etc...

Pour aider à ce travail, j'ai porté mon attention sur un point particulier qui m'apparaît comme primordial non seulement au point de vue de la biologie générale, mais également au point de vue de l'importance économique des cochenilles, en tant que parasites des végétaux cultivés. Il s'agit de la relation entre la dispersion des cochenilles sur la terre, dans une région donnée et sur un hôte donné. En d'autres termes, comme conclusion des trois chapitres précédents, j'ai comparé les résultats obtenus en dressant des listes correspondant :

1° Aux Coccides ubiquistes, souvent désignés sous le qualificatif de cosmopolites ;

2° Aux Coccides polyphages ;

3° Aux Coccides eurymères.

J'ai constaté que d'une façon générale ces listes comprennent les mêmes espèces. Il est facile de comprendre qu'un insecte polyphage et même eurymère a toujours tendance à augmenter son aire de distribution d'autant plus que les échanges commerciaux ont une action parallèle à la dissémination naturelle et qu'elle agit dans le même sens. Mais il ne peut être établi, à priori, qu'un insecte ayant une large dispersion géographique doit être polyphage ou eurymère et enfin surtout rien ne peut faire supposer qu'en général un insecte eurymère est ou deviendra polyphage et ubiquiste.

L'étude approfondie de cette question appliquée à la famille des cochenilles montre, par ses résultats, tout l'intérêt qu'elle présente au point de vue économique. En effet, si la proposition précédente est exacte, un des problèmes les plus importants susceptibles d'être posés est le suivant : une espèce inconnue — parasitant, sur une plante donnée, tous les organes ou plusieurs d'entre eux — étant mise à l'étude, il est nécessaire de rechercher si cet insecte n'a pas d'autres hôtes dans la même région ou si même il n'y aurait déjà pas eu, dans des localités différentes, des espèces de même groupe signalées sur la même plante ou sur d'autres végétaux : Toutes ces espèces, après étude, tomberont souvent en synonymie avec celle qui a été décrite la première. Une telle recherche préliminaire aurait déjà l'avantage de réduire d'une façon appréciable la synonymie qui encombre l'étude des cochenilles cosmopolites ou polyphages : Dans le très important ouvrage de V. Signoret, l'*Aspidiotus hederae* Vall. figure successivement sous vingt-trois désignations : *affinis*, *aloes*, *budleiæ*, *ceratoniæ*, *ericæ*, *genistæ*, *gnidii*, *ilicis*, etc. De même *Mytilaspis becki* Newm. est connu sous six noms au moins (*citricola*, *fulva*, *flavescens*, *angeninus*, *tasmaniae*) ; *M. pomorum* Bouché, sous un nombre encore indéterminé de noms :*ulmi*, *linearis*, *pyrus-malus*, *fraxini*, etc.).

Or, ces insectes sont les types les plus parfaits dans la famille des Coccides, de la polyphagie, de l'eurymérie et du cosmopolitisme. Si un de ces caractères, le second par exemple qui est souvent le plus facile à constater, avait permis de conclure à l'existence des deux autres, on aurait réduit considérablement les travaux de synonymie ultérieure.

Mais l'étude d'une espèce eurymère peut également permettre de conclure que cette cochenille n'existe, au moment de la récolte, que sur une espèce végétale et qu'en un point du globe donné. On devra craindre alors qu'elle augmente dans l'avenir le nombre de ses hôtes et sans doute simultanément l'étendue de son aire de dispersion. Pour justifier cette hypothèse, on peut citer le cas de l'*Icerya purchasi*, décrit d'après des échantillons qui couvraient abondamment les organes aériens d'Acacias groupés en haie à Auckland. A cette époque, la cochenille australienne n'avait pas encore attiré l'attention sur un autre point du globe. Si Maskell avait pu insister sur le fait que l'*Icerya*, étant eurymère,

était susceptible selon toute probabilité, d'être ou de devenir polyphage et cosmopolite, peut être les entomologistes américains auraient prévu en temps opportun l'extension du fléau dans les vergers de Californie.

	Polyphage	*Eurymère*	*Ubiquiste*	*Observations.*
Icerya ægyptiaca	+	+	+	
— *purchasi*	+	+	+	
— *seychellarum*	+	+	+	
Asterolecanium miliaris		+	+	
— *phœnicis*		+		
— *pustulans*	+	+	+	
— *variolosum*		+	+	
Eriococcus araucariæ		+	+	
— *bahiæ*	+	+		Californie, côte méditerranée.
— *buxi*		+	+	2 hôtes.
— *eucalypti*	+	+		
— *leptospermi*	+	+		
Pseudococcus adonidum	+	+	+	
— *albizziæ*	+	+		Australie et Hawaii.
— *bromeliæ*	+	+	+	
— *citri*	+	+	+	
Pulvinaria betulæ	+	+	+	
— *floccifera*	+	+	+	
— *psidii*	+	+	+	
Lecanium hesperidum	+	+	+	
— *hemisphericum*	+	+	+	
— *nigrum*	+	+	+	
— *oleæ*	+	+	+	
— *viride*	+	+	+	
Aspidiotus cydoniæ	+	+	+	
— *hederæ*	+	+	+	
— *maleti*		+		
— *perniciosus*	+	+	+	
Chrysomphalus aonidum	+	+	+	
— *bromeliæ*		+		Canaries (?) Seychelles.
— *dictyospermi*	+	+	+	
Hemichionaspis aspidistræ			+	
Chionaspis subcorticalis	+	+		Ceylan et Seychelles.
Pinnaspis buxi	+	+ ?	+	
Fiorinia fioriniæ	+	+ ?	+	
Diaspis boisduvali	+	+ ?	+	
— *pentagona*	+		+	
— *rosæ*	+	+	+	
Mytilaspis citricola	+	+	+	
— *gloveri*	+	+	+	
— *pomorum*	+	+	+	
Parlatoria zizyphi	+	+	+	

Il m'a paru utile de réunir dans le tableau ci-dessus un certain nombre d'espèces, la plupart française, qui sont simultanément cosmopolites, polyphages et eurymères ou qui remplissent au moins une de ces conditions (1). Je suis convaincu que, dans ce dernier cas, l'avenir mettra ces cochenilles sur le même

1. Dans le présent mémoire, je décris un *Icerya* du Congo belge, sous le nom de *I. tremæ*. Cet insecte avait été récolté en abondance sur les deux faces des feuilles de Caféier en 1912. Depuis cette époque, il fut trouver sur un grand nombre de végétaux (voir p. 344). Il est donc à craindre que son aire de distribution ne s'accroisse dans le monde.

rang que les premières à moins que ces lacunes tiennent seulement à notre ignorance. De nombreux exemples permettent de l'affirmer : ainsi en 1897, un *Aspidiotus (Chrysomphalus bromeliæ)* était décrit des fruits d'Ananas qui en étaient infestés et qui avaient été importés en Angleterre des îles Canaries. Ces dernières années, E.-E. Green a eu l'occasion de déterminer la présence de cette cochenille en abondance sur les plants d'Ananas aux Seychelles et l'éminent spécialiste met en garde tous les pays tropicaux contre le danger d'envahissement des cultures d'Ananas par cet insecte qui paraît se comporter en fléau. Dans ce cas, l'espèce est eurymère ; elle tend à devenir cosmopolite mais elle paraît monophage. Il est fort probable qu'en retrouvant son pays d'origine, l'*A.* (*Chrysomphalus*) *bromeliæ* sera cataloguée dans les espèces polyphages.

L'*Eriococcus eucalypti* Mask. est, en Australie, signalé de plusieurs points du continent ; il est polyphage et vit aux dépens du feuillage et des tiges de ses hôtes. C'est donc, à mon avis, une cochenille qui étendra son aire de dispersion dans le monde. On peut tenir un raisonnement identique pour *E. leptospermi* Mask., *Pseudococcus albizziae* Mask., *Chionaspis subcorticalis* Gr., etc. De même l'*Eriococcus bahiæ* dont j'ai déjà signalé la curieuse répartition géographique et qui est polyphage et eurymère est appelé à devenir, si les conditions lui sont favorables nettement ubiquiste.

Ainsi se présente, sous un nouvel aspect, l'utilité de cette jeune science..., particulièrement eurymère, qu'est la Biogéographie.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La sous-famille des *Monophlebinæ* a été toujours la terreur des coccidologistes, si j'en crois ce qu'ont écrit à son sujet Cockerell (1902), Green (1922), Kuwana (1922). Je me suis attelé, depuis de nombreuses années, malgré toutes les difficultés du moment et celles inhérentes à mes fonctions officielles, à débrouiller dans la mesure du possible le chaos qui existait.

Par l'étude comparative d'un grand nombre d'espèces de la sous-famille des *Monophlebinæ*, j'ai pu préciser des caractères généraux dont l'importance avait échappé jusqu'à ce jour aux systématiciens ; je noterai en particulier les observations sur l'appareil respiratoire, sur les éléments figurés du derme et sur les poils en spatule du mentum.

Ayant un solide point de départ, j'ai tenté d'abord, en 1923, d'établir un premier Genera. Avec de nouveaux matériaux, j'ai, dans le présent travail, apporter un ensemble sur la sous-famille qui dépasse de beaucoup tout ce qui a été publié sur la question ; en particulier, j'ai pu comparer plus de vingt-deux espèces d'*Icerya* sur trente-quatre connues.

Des précisions morphologiques ont été ainsi données pour un grand nombre d'espèces de Monophlébines: *Monophlebus fuscipennis* Burm. n'avait jamais été

étudié depuis 1875 et cette espèce figurait dans les genres les plus variés. De même *Marchalina hellenica* Genn., qui a une grosse importance économique en Europe orientale, a des caractères particuliers que j'ai exposés en détail.

Mes recherches, au cours de plusieurs années, sur l'évolution de *Guerinia serratulæ*, sur son parasite (*Cryptochætum grandicorne*) et son hyperparasite (*Pachyneuron coccorum*) ont permis de mettre en relief de nombreux faits qui n'avaient jamais attiré l'attention des biologistes : synchronisme complet entre la durée d'évolution des trois insectes considérés qui n'ont, tous, qu'une seule génération annuelle ; évolution larvaire du diptère qui n'avait pas encore été étudiée ; caractères du *g. Pachyneuron.*

Enfin, je me suis efforcé de dégager quelques règles générales d'une étude biogéographique de la famille des Coccides. Ces insectes ont une importance économique considérable dans le monde entier et nécessitent une attention toute particulière de la part des entomologistes économiques.

Ayant, depuis plus de quinze ans, recueilli une documentation importante sur la question, je pense avoir apporté des faits dignes d'intérêt en particulier en formulant la proposition suivante : tout Coccide qui est eurymère, polyphage ou ubiquiste, présente ou présentera un jour, qui peut être proche, les deux autres caractères. Il y a donc lieu, au point de vue économique, de toujours porter son attention sur ces trois points et en particulier sur l'eurymérie à laquelle on n'a jamais attaché l'importance qui paraît lui être due.

BIBLIOGRAPHIE

Ne sont cités dans la liste ci-dessous que les ouvrages auxquels le texte renvoie, en dehors de ceux dont les références sont données pour chaque espèce étudiée. Pour tous les travaux antérieurs à 1913, il est nécessaire de consulter le catalogue de Ferwald et les suppléments de Sanders et Sasscer.

1925. Balachowsky (A.). — Les maladies du Dattier dans le Sud-Oranais (*Rev. agric. Af. du Nord*, Alger).

1919. Bezzi (M.). — Nota sul genere *Cryptochætum* con descrizione di una nuova species delle Filippine (*Ann. Soc. ital. Sc. nat.*, LVIII, Pavie).

1924. Bodenheimer (F. S.). — The *Coccidæ* of Palestine (*Inst. agric. a. Nat. Hist.*, Bull. 1, Tel Aviv.).

1867. Boisduval. — Entomologie horticole, Paris.

1910. Borner (C.). — Die Flugeladerung der *Aphidina* und *Psyllina* (*Zool. Anzeig.* XXXVI, 1).

1833. Boyer de Fonscolombe. — (*Ann. Soc. entom. Fr.*)

1915. Brain (C.-K.). — The *Coccidæ* of South Africa I. (*Trans. R. Soc. South Af.*, V, 2).

1922. Caullery (M.). — Le parasitisme et la symbiose (O. Doin, Paris).

1852. Chevreul. — Sur la valeur tinctoriale de *Guerinia* (*C. R. Acad. Sc.*, XXXIV, Paris).

1895. Cockerell (T. D. A.). — Notes on the geographical. Distribution of Scale Insects (*Proc. U. S. nat. Mus.*, XVII, N° 1026).

1897. — — The food plants of Scale Insects (*Proc. U. S. nat. Mus.*, XIX, N° 1122).

1899. — — Some Notes on *Coccidæ* (*Proc. Ac. nat. sc. Philad.*).

1902. — — What is *Monophlebus* Leach? The Entomologist, XXXV.

1901. — — Notes on *Crypticerya townsendi* (*Psyche*, mars)

1903. — — Two remarkable new *Coccidæ* (*Can. entom.*, mars).

1907. — — The scale Insects of the Date Palm (*Agric. Exp. st. Arizona*, Bull. 56).

1911. Collinge (W.-E.). — On the Locomotion and Length of Life of the young of *Pulvinaria vitis*, var. *ribesiæ* (*Journ. econ. Biol.*, VI, 4).

1851. Dujardin. — Sur un « Ordre » spécial des Coccides (*C. R. Acad. Sc.*, XXXIII, Paris).

1913. Escherich et Baer. — Tharandter zoologische Miszellen : Uber ein Massenvorkom men von *Palæococcus fuscipennis* (*Nat. Zeitsch. f. Forst-u. Landw.*, XI, 3, Stuttgart).

1909. Essig (E.-O.). — The genus *Pseudococcus* in California (*Pom. Journ. of Entom.*, I, n° 2).

1914. — — The mealy Bug of California (*Monthly Bull.* Sf. Com. Hort., III).

1918 *a*). Ferris (G.-F.). — A note on the occurence of abdominal spiracles in the *Coccidæ* (*Can. entom.*, L).

1918 *b*). — — Notes on *Coccidæ* (*G. Cryptokermes*) (*Can. entom.*, L).

1920 — — Scale Insects of the Santa Cruz Peninsula (*Stanf Univ. public.*, *Biol. Sc.*, I, 1).

1921 — — Report upon a collection of *Coccidæ* from lower California (*Ibid.*, I, 2).

1925. — — Notes on *Coccidæ* XI (*Can. entom.*, LVII, n° 9, Orillia).

1915-1921. Froggatt (W.-W.). — A descriptive Catalogue of the Scale Insects (*Coccidæ*) of Australia (*Dept. of Agric. N. S. W.*, *Sc.* Bull. 14, 18, 19, Sydney).

1912. Gee (W.-P.). — Preliminary list of the Scale Insects of South Carolina with some notes on the behaviour of *Lecanium quercifex* (*Journ. econ. Entom.*, V).

1896-1922. GREEN (E.-E.). — The *Coccidæ* of Ceylon (Dulau, Londres).

1914. — — On some Coccid Pests from the Seychelles (*Journ. econ. Biol.*, IX, 1, Londres).

1915 *a*). — — Observations on british *Coccidæ* in 1914 (*Entom. month. Magaz.*, 3e série, I, Londres).

1915 *b*). — — Notes on *Coccidæ* collected by Jepson, Government entomologist, Fiji. New species of *Coccidæ* from Australia (*Bull entom. Res.*, VI, I, Londres).

1916 *a*). — — Notes on *Coccidæ* occurring in the Seychells Islands (*Bull. entom. Res.*, VII, 2, Londres).

1916 *b*). — — On two new british *Coccidæ*, with Notes on some other british species (*Entom. month. Magaz.*, 3e série, II, Londres).

1917. — — Observations on british *Coccidæ*. n° IV (*Entom. month. Magaz.*, 3e série, III, Londres).

1917-1919. — — A list of *Coccidæ* affecting various Genera of Plants (*Ann. appl. Biol.*, IV et V, Cambridge).

1919. — — Notes indian *Coccidæ* of the Diaspidinæ (*Rec. Ind. Mus.*, XVI, 7, n° 30, Calcutta).

1922. — — Supplementary Notes on the *Coccidæ* of Ceylon (*Journ. Bombay, Nat. Hist. Soc.*, XXVIII, 4, Bombay).

1923 *a*). — — On a small collection of *Coccidæ* from Mesopotamia (*Bull. entom. Res.*, XIV, 4, Londres).

1923 *c*). — — Observations on the *Coccidæ* of the Madeira Islands (*Bull. entom. Res.*, XIV, 1, Londres).

1923 *d*). — — On the type of *Monophlebus* (*Drosicha*) *contrahens* Walk., with description of a new species from Ceylon (*Ann. Mag. nat. Hist.*, 9, XII, Londres).

1923 *b*). — — On the need of a more careful study of the genus *Monophlebus*, in India (*Rept. Proc. Vst. entom. Mat.*, Pusa).

1921 GREEN (E.-E.) and LAING (E.). — *Coccidæ* from the Seychelles (*Bull. entom. Res.*, XII, 2, Londres).

1907. GREEN and MANN (H.-H.). — The *Coccidæ* attacking the Tea Plant in India and Ceylon (*Dept. Agric. India. Ent.*, sér. 1, n° 5, Pusa).

1902. DEL GUERCIO. — Nuove Relazione intorno ai lavori della R. Staz. di (*Entom. agr.* n° 4, Florence).

1911. — — La Cocciniglia farinosa delle Bacceline (*Redia*, VII, Florence).

1852. GUÉRIN-MÉNEVILLE. — Sur une cochenille indigène qui vit sur la fève de marais et qui semble propre à donner une matière colorante susceptible d'être employée dans l'industrie (*C. R. Ac. Sc.*, XXXIV, Paris).

1855 — — Observations sur *Coccus fabæ* (*Bull. Soc. ent. fr.* (3), III, p. LXVIII).

1856. — — Observations sur la cochenille de la Fève (*Ibid.* (3), IV, p. LXXIV).

1856. — — Sur la cochenille de la Fève et la possibilité d'en tirer parti pour la teinture (*C. R. Ac. Sc.*, XLIV, Paris).

1922. HALL (W.-J.). — Observations on the *Coccidæ* of Egypt (*Techn. a. sc. Serv.* Bull. n° 22, Le Caire).

1923. — — Further observations on the *Coccidæ* of Egypt (*Tech. a. sc. Serv.*, Bull. n° 36, Le Caire).

1925. — — Notes on egyptian *Coccidæ* with descriptions of new species (*Tech, a. sc. Serv.*, Bull. n° 64, Le Caire).

1899. HANDLIRSCH (A.). — Wie viele Stiegmen haben die Rhynchoten? (*Verh. zoo.-botan, Gesell.*, XLIX, Vienne).

1921. HENRIKSEN (K.-L.). — Oversigt over de danske *Coccidæ* (*Entom. Medd.*, XIII, 7).

1920. HERBERT (F.-B.). — Cypress Bark Scale (*Ehrhornia cupressi*) (*U S. Dept. Agric.* Bull. 838).

1924. Herbert (F.-B.). — The european Elm Scale in the West (*U. S. Dept. Agric.*, Bull. 1223, Washington).

1891. Howard (L.-O.). — The habits of *Pachyneuron* (*Proc.ent. Soc. Whasington*, II, 1891).

1914. Knab. — On the genus *Cryptochætum* (*Insect. Inscit. Menstr.*, II, Washington).

1922. Kuwana (I.). — Studies on Japanese *Monophlebinæ*, I et II (*I. Pl.Qu.Station*, Bull. nos 1 et 2, Yokohama).

1925. Laing (F.). — Descriptions on some new Genera and species of *Coccidæ* (*Bull. entom. Res.*, XVI, I, 1925).

1908. Lefroy (H.-M.). — Notes on indian Scale Insects (*Coccidæ*) (*Mem. Dpt. Agric. India*, II, no 7, Calcutta).

1920. Leonardi (G.). — Monografia delle Cocciniglie italiane, Portici.

1912. Lindinger (L.). — Die Schildläuse Europas, Nordafrikas, etc., Stuttgart.

1913. — — Afrikanische Schildläuse V (*Jahrb. Hamb. Wissensch. Anst.*, XXX, 3).

1923. Mahdihassan (S.). — Classification of Lac Insects from a Physiological Stand-point (*Journ. Sc. Assoc.*, I, nos 2-3, Vizianagaram).

1926. — — Early recognition of sex among lac Insects (*Journ. ind. Inst. Sc.*, IX, 1).

1921. Malloch (J.-R.). — Forest Insects in Illinois ; I, the subfamily *Ochthiphilinæ* (*Bull. Nat. Hist. Survaz*, XIII, Urbana).

1908. Marchal (P.). — Notes sur les Cochenilles de l'Europe et du nord de l'Afrique (*Ann. Doc. entom. Fr.*, LXXVII).

1910. — — Sur une cochenille ravageant les arbres du Caire (*Pseudococcus filamentosus*) (*Bull. Soc. entom. d'Egypte*).

1898. Mayet (V.). — Les insectes de l'Olivier (*Progr. agric. et vitic.*, Montpellier).

1916. De Meijere (J.-C.-H.). — Studien uber sudostasiatische Dipteren, XI (*Tijdschr. voor Entom.*, LIX, 3).

1919. Morrison (H.). — A report on a collection of *Coccidæ* from Argentina (*Proc. entom. Soc. Washington*, XXI, no 4).

1920. — — The nondiaspine *Coccidæ* of the Philippine Islands, with descriptions of apparently new species (*Ph. Journ. Sc.*, XVII, 2, Manille).

1921. — — Some non-diaspine *Coccidæ* from the Malay peninsula (*Phil. Journ. Sc.*, XVIII, 6, Manille).

1922. Morrison (H. et E.). — A redescription of the type species of the Genera of *Coccidæ* based on species originally described by Maskell (*Proc. U. S. nat. Mus.*, LX, 12, Washington).

1923. — — The Scale Insects of the subfamilies *Monophlebinæ* and *Margarodinæ* treated by Maskell (*Proc. U. S. nat. Mus.*, LXII, 17, Washington).

1922. Myers (J.-C.). — A synonymic reference list of new Zealand *Coccidæ* (*N. Z. J urn. Sc. a. Techn.*, V, 4, Wellington).

1908 *a*). Newstead (R.). — On the structural characters of three species of *Coccidæ* affecting cocoa, rubber and o her p an s in western Africa (*Journ. econ. Biol.*, II, no 4).

1908 *b*). — — *Coccidæ* (*Exp. Kilimandj. Me u*, XII, Upsala).

1912. — — On a collection of african *Coccidæ* (*Zool. anthr. Erg. Forsch. w. und z. Sudafrika*, V, Iéna).

1919 1920. — — Observations on Scale. Insects (*Coccidæ*), VI (*Bull. entom. Res.*, X).

1910. Pantel (J.). — Recherches sur les Diptères à larves entomobies : Caractères parasitiques aux points de vue biologique, éthologique et histologique (*La Cellule*, XXVI, 1, Louvain).

1915. Paoli (G.). — Contributo alla conoscenza della cocciniglie della Sardegna (*Redia*, XI, 1, Florence).

1909. PATH (E.-M.). — Homologies of the wing veins of the *Aphididæ, Psyllidæ, Aleyrodidæ* and *Coccidæ* (*Ann. entom. Soc. Am.*, II, Colombia).

1923. PICARD (F.). — L'hibernation des chenilles de *Pierris brassicæ* L. (*Bull. biol. Fr. et Bel.*, LXII, n° 1).

1911-1914. PIERANTONI (U.). — Studii sullo sviluppo d'*Icerya purchasi* Mask (*Arch. zool.*, V, VII, Naples).

1911 a. QUAYLE (H.-J.). — The red or orange Scale (*Chrysomphalus aurantii*) (*Agric. expt. Stat.* Bull. 222, Sacramento).

1911 b. — — The black Scale (*Agric. exp. Stat.*, Bull. 223. Sacramento).

1911 c. — — Locomotion of certain young Scale insects (*Journ. econ. Entom.*, IV).

1912. — — The purple Scale (*Lepidosaphes becki*) (*Agric. exp. Stat.*, Bull. 226, Sacramento).

1917. RABAUD (ET.). — La vie et la mort des Espèces (*Bull. scient. Fr. et Belg.*, L, n° 4).

1919. — — La lumière et le comportement des organismes (*Bull. biol. Fr. et Bel.*, LII, n° 4).

1920. — — Eléments de Biologie générale (Alcan, Paris).

1921. RAMAKRISHNA AYYAR (T.-V.). — A check List of *Coccidæ* of the indian region (*Rept. Proc. IV entom. Meet.*, Pusa).

1889. RILEY (C.-V.). — Report of the Entomologist for the Year, 1888, Washington.

1890-1891. RILEY (V.) and HOWARD (L.-V.)l — Some new Iceryas (*Insect Life*, III).

1915. RŒPKE. — Verslag over hetgaar, 1914-1915 (*Meded. Proefst. Midden-Java*, Batavia).

1875. RONDANI. — Agromyzinæ (*Bull. Soc. entom. ital.*, VII, 7).

1922. ROUBAUD (E.). — Etudes sur le sommeil d'hiver pré-imaginal des Muscides (*Bull. biol. Fr. et Belg.*, LVI, n° 4).

1924. — — La réactivation climatique et la distribution géographique des Espèces (*C. R. Biogéographie*, Liège).

1914. SAVAGE (R.-E.). — The respiratory system of *Monophlebus stebbingi*, var. *octocaudata* (*Bull. entom. Res.*, V, 2).

1875. SIGNORET (V.). — Essai sur les Cochenilles (*Ann. Soc. entom. Fr.*, V).

1915. SILVESTRI (F.). — Contribuzione alla conoscenza del g. *Stictococcus* Ckll. (*Boll. Lab. Zoo. g. e. agr.*, IX, Portici).

1919. — — Contribuzione alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simbionti IV. La Cocciniglia del Prugno (*Sphærolecanium prunasti* Fons.) (*Boll. Lab. Zool. gen. e agrar.*, XIII, Portici).

1916 SMITH (H.-S.) et COMPERE (H.). — Observations on the *Lestophonus*, a dipterous parasite of the Cotton cushion Scale (*Monthly Bull.*, V, 10, Sacramento).

1884. TARGIONI-TOZZETTI. — (Description de *Guerinia*) in *Ann. di Agricolt.*, Florence.

1916. TEODORO (G.). — Osservazioni sulla ecologia delle Cocciniglie con speciale riguardo alla morfologia e alla fisiologia di questi Insetti (*Redia*, XI, Florence).

1906. TULLGREN (A.). — Om Sköldlöss (*Upps. i prakt. Entom.*, n° 16, Uppsala).

1912. VAYSSIÈRE (P.). — Deux Coccides nouveaux de l'Afrique occidentale (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 17).

1913 a. — — Le « Pou de San José » (*Aspidiotus perniciosu*) (*Rev. de Phyto. appl.*, I, Paris).

1913 b. — — Cochenilles nouvelles de l'Afrique française (*Rev. de Phyto. appl.*, I, Paris).

1913 c. — — Note sur les Coccides de l'Afrique occidentale (*Ann. Epiphyties*, I, Paris).

1914 a. — — Un fléau des arbres tropicaux, le *Pseudococcus filamentosus* (*Journ. Agric. trop.*, Paris).

1914 b. — — Un *Lachnodius* nouveau de Madagascar (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 5).

1914 c. — — Note sur quelques Coccides nouveaux ou peu connus (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 7).

1914 d. — — L'*Asterolecanium variolosum* au Chili (*Bull. Soc. Path. vég.*, I, Paris (en collaboration avec C. Porter).

1914 e. — — Trois nouvelles Monophlébines dans la collection du Museum national d'Histoire naturelle (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 10).

1914 f. — — Note sur deux Cochenilles nuisibles au Caféier et au Cocotier à la Guadeloupe (*L'Agronomie coloniale*, n° 8).

1916. — — Note sur quelques Coccides reçues à la Station entomologique en 1913 (*Ann. Epiph.*, II, Paris).

1918 a. — — Les Coccides de l'île de San Thomé (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 10) (en collaboration avec A.-F. de Seabra).

1918 b. — — Nouveaux habitats pour la Cochenille oblongue (*Lecanium persicæ*) (*Bull. Soc. path. vég.*, V, Paris).

1918 c. — — Existence en France du *Diaspis pentagona* (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 17).

1919. — — Les insectes nuisibles aux cultures du Maroc (*Bull. Soc. entom. Fr.* nos 18 et 21).

1921. — — Les insectes nuisibles aux cultures du Maroc (*Ann. Epiph.*, VII, Paris).

1923 a. — — Un nouveau Coccide de la faune africaine (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 13).

1923 b. — — Note préliminaire sur les *Monophlebinæ* (*Ann. Epiph.*, IX, Paris).

1924 a. — — Insectes et Myriapodes récoltés sur les plantes cultivées en Afrique occidentale française (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 17) (en collaboration avec J. Mimeur).

1924 b. — — Trois nouveaux Coccides de l'Afrique française (*Bull. Soc. entom. Fr.*, n° 2).

1924 c. — — Sur la Cochenille du Figuier (*F. des Naturalistes*, n° 1, Paris).

1924 d. — — Un curieux cas de spécificité chez un insecte polyphage (*F. des Naturalistes*, n° 9, Paris).

1925 a. — — Les Myriapodes et les Hémiptères nuisibles au Cotonnier en A. O. F. (*L'Agronomie coloniale*, n° 91) (en collaboration avec J. Mimeur),

1925 b. — — Dix insectes nuisibles aux cultures de l'Afrique occidentale française (*L'Agronomie coloniale*, n° 94) (en collaboration avec J. Mimeur).

1926. — — Les Insectes nuisibles au Cotonnier en Afrique occidentale française (Larose, éditeur, 1926) (en collaboration avec J. Mimeur).

1923- Wardle (R.-A.) and Buckle (P.). — The principles of Insect control, Manchester.

1888-1889. Williston (S.-W.). — *Lestophonus iceryæ*, nov. g. et nov. sp. (*Insect Life*, I. p. 21 et 328).

1889-1890. X... — *Lestophonus* or *Cryptochætum*? Professor Mik's opinion (*Insect Life*, II).

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Pl. I. — 1. — *Guerinia serratulæ*, premier stade larvaire, sur Fève.
2. — *G. serratulæ*, femelle adulte sur Fève.
3. — *G. serratulæ*, troisième stade larvaire sur Fève.
4. — *G. serratulæ*, femelle adulte et mue sur Pois.
5. — *Cryptochætum grandicorne*, pupe. Gr = 25.
6. — *C. grandicorne*, troisième stade larvaire. Gr = 18.

Pl. II. — 1. — *Guerinia serratulæ*, femelle adulte (montée au baume de Canada). Gr = 22.
2. — Cage d'élevage avec pieds de Fève, pour les observations biologiques sur *G. serratulæ* et son parasite.
3. — *Monophlebus suedæ*, ♂ (monté au baume de Canada).
4. — *Icerya corticalis*, ♂ (*idem*), Gr = 6 1/2.

Pl. III. — 1. — *Aspidoproctus ghesquierei*, face dorsale (montée au baume de Canada), Gr = 6 1/2.
2. — *A. ghesquierei*, face ventrale (*idem*), Gr = 6 1/2.
3. — *A. ellenbergeri*, face dorsale, Gr = 4.
4. — *A. ghesquierei*, face ventrale, Gr = 5 1/2.
5. — *A. ghesquierei*, face dorsale, Gr = 5 1/2.
6. — *A. vuilleti*, préparation de la femelle adulte, montée au baume de Canada, Gr = 6 1/2.

Pl. IV. — 1. — *Aspidoproctus mimeuri*, Gr = 4.
2. — *Clypeococcus hempeli*, Gr = 5.
3. — *Walkeriana andreæ*, Gr = 5.
4. — *Crypticerya bicolor*, Gr = 5.
5. — *Aspidoproctus vuilleti*, Gr = 4.

Pl. V. — 1. — *Aspidoproctus bouvieri*, face dorsale, Gr = 1 2/3.
2. — *A. bouvieri*, face ventrale, Gr = 1 2/3.
3. — *A. serrei*, face dorsale et face ventrale, Gr = 1 2/3.
4. — *A. congolensis*, Gr = 1 2/3.
5. — *A. pertinax*, Gr = 2 1/4.
5. — *Walkeriana digitifrons*, Gr = 2 2/3.
7. — *Aspidoproctus giganteus*, Gr = 1 1/3.

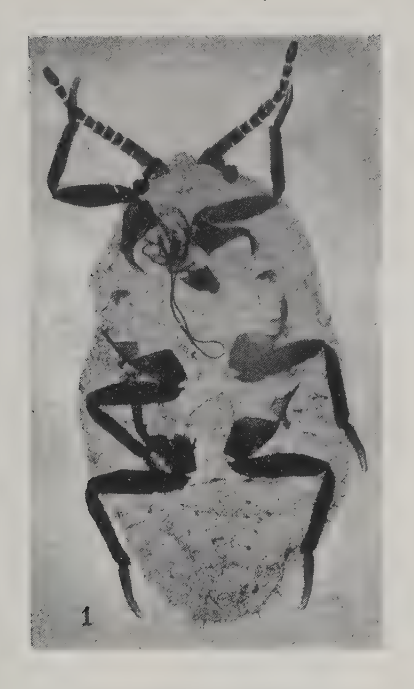
Pl. VI. — 1. — *Icerya brasiliensis*, Gr = 5 1/2.
2. — *I. montserratensis*, Gr = 5.
3. — *I. rileyi*, Gr = 5.
4. — *I. maximus*, Gr. nat.
5. — *I. tremæ*, Gr = 7.

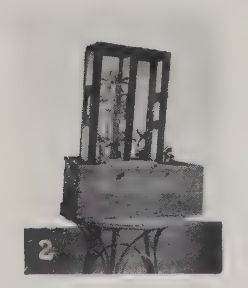


Photo L. Bru.

P. Vayssière : Contribution à l'étude des *Coccidæ*.

*





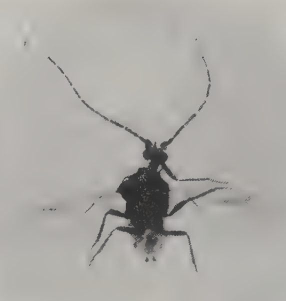




Photo L. BRU.

P. VAYSSIÈRE : Contribution à l'étude des *Coccidæ*.

1 2

3 4 5

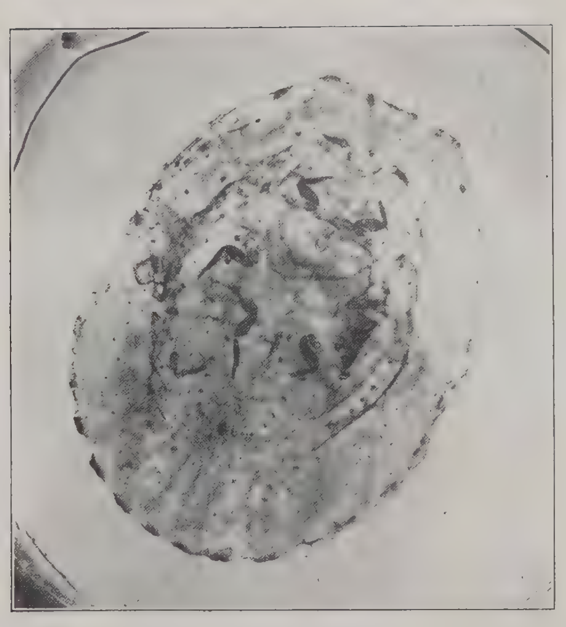


Photo L. Bru.

P. Vayssière : Contribution à l'étude des *Coccidæ*.

1 2

3 4



Photos BRU et HERRING.

P. VAYSSIÈRE : Contribution à l'étude des *Coccidæ*.



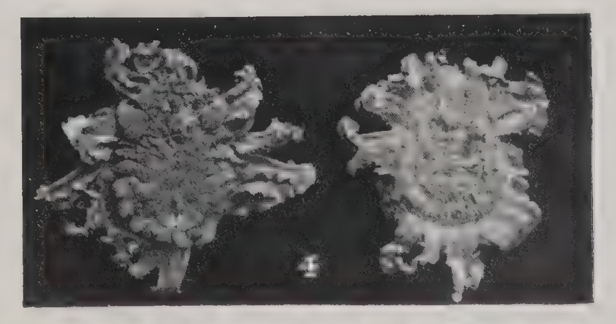
Photos Bru et Herring.

P. Vayssière : Contribution à l'étude des *Coccidæ*.











Photos Bru et Herring.

P. Vayssière : Contribution à l'étude des *Coccidæ*.

LE CAMPAGNOL DES CHAMPS (*MICROTUS ARVALIS* PALLAS) ET SA DESTRUCTION

ROBERT REGNIER ET ROGER PUSSARD

Docteur ès Sciences
Directeur de la Station entomologique
et du Muséum de Rouen.

Ingénieur agronome
Préparateur à la Station entomologique
de Rouen.

SOMMAIRE.

INTRODUCTION

Ce sont souvent plus les circonstances que les idées qui guident les recherches : il est bien certain que sans les pullulations récentes des Campagnols en Haute-Normandie, nous n'aurions pas eu à reprendre par la base cette importante question des petits rongeurs nuisibles et à rechercher les moyens les plus efficaces pour les détruire.

De tous les problèmes, dont peut s'occuper un laboratoire de biologie appliquée à l'agriculture, celui des Campagnols est à coup sûr l'un des plus graves : il faut avoir parcouru les champs ravagés par ces rongeurs prolifiques et vu de près la misère dans laquelle ils plongent nos cultures, pour comprendre la portée d'un tel fléau. Aussi considérons-nous comme un impérieux devoir pour ceux qui ont la charge des intérêts agricoles de ne rien négliger pour faire aboutir d'une façon définitive cette question, qui défraie la chronique depuis plus de deux mille ans.

S'il est une question fort ancienne, c'est en effet bien celle-là. De tout temps, en Europe, les petites Souris des champs (*Mures campestres*) ont ravagé les cultures, causant tantôt ici, tantôt là, par leur pullulation calamiteuse, des dévastations telles qu'au dire des auteurs, des territoires entiers se trouvèrent livrés à la famine et à la ruine. Les Troyens et les Eoliens les considéraient déjà comme un des fléaux les plus grands pour l'agriculture. Les Crétois y

voyaient une manifestation de la colère d'Apollon (1) et lui offraient des sacrifices humains pour apaiser son courroux. PAUSANIAS et STRABON relatent des invasions formidables en Ionie et dans les Cyclades.

Sans remonter jusqu'à l'antiquité, il suffit de parcourir les chroniques des grandes nations européennes pour voir que la plupart d'entre elles ont connu des dévastations de ces rongeurs. La France, l'Allemagne, l'Italie et la Russie paraissent les plus éprouvées. Jusqu'au XVIIe siècle, si nous en croyons ALDROVANDE et CHASSANÉE, on se bornait, pour lutter, à des exorcismes, et il existait même, d'après BREHM, des prières spéciales pour éloigner les Campagnols des champs qu'ils ravageaient.

Pour n'en citer qu'un exemple fort curieux, tiré de l'histoire de Jumièges, la fameuse abbaye de la région rouennaise (2), nous signalerons la légende de saint Valentin, le martyr romain du IIIe siècle, dont le culte devint très en honneur dans la région à partir du XIIe siècle. D'après un manuscrit du XIIIe siècle, conservé à la bibliothèque municipale de Rouen, un prêtre aurait rapporté de Rome à Jumièges la tête du martyr, or, une année où le pays était dévasté par une invasion de Mulots (3) (*Mulitones*), le saint serait apparu deux fois à un religieux de l'abbaye, et lui aurait ordonné, pour conjurer le fléau, de porter son chef dans les champs. Des processions furent donc organisées : « en apercevant la relique, dit le texte, les Mulots s'enfuyaient au galop et leurs escadrons couraient, par le chemin des Iles, se précipiter dans la Seine, où ils se noyaient. Moines et paysans, joyeux, ramassèrent les brins de récolte qui avaient échappé à la dent des rongeurs et gardèrent à saint Valentin un culte reconnaissant. » Ce document nous montre que, déjà au XIIe siècle, la Haute Normandie connaissait les invasions de petits rongeurs, et tout nous porte à croire qu'il s'agissait de Campagnols.

Nous n'en sommes plus, certes, à ces procédés quelque peu simplistes, et qui maintenant nous font sourire. Il n'en reste pas moins qu'il fallut attendre jusqu'à la fin du XVIIIe siècle pour voir nos savants s'intéresser à cette importante question, et ce n'est guère que dans la seconde moitié du XIXe que nous voyons apparaître des méthodes de lutte vraiment scientifiques, et s'affirmer des notions précises sur la biologie des Campagnols. Cette période, si fertile en découvertes de toutes sortes, et dont PASTEUR fut le grand animateur, fournit à elle seule plus de travaux sur les Campagnols que n'en avait produit la science depuis l'antiquité. Devant les exigences chaque jour plus grandes de la vie, devant l'importance de la production agricole, la question n'a fait que progresser, et l'on peut dire que, depuis vingt ans, il n'est pas d'année qui n'ait amené, en France ou ailleurs, de nouvelles et fructueuses recherches.

(1) Apollon était surnommé le Smynthien, du nom des Smynthes, rongeurs parfois très abondants en Orient.

(2) Chanoine JOUEN, *Jumièges*, Lecerf, Rouen 1926, p. 212.

(3) Le mot Campagnol, nous le verrons, n'est entré dans la langue française qu'au XVIIIe siècle.

Celles que nous exposons dans ce mémoire n'en sont qu'une faible partie.

... Au mois d'août 1923, les Campagnols, dont on nous signalait les années précédentes quelques foyers épars en Seine-Inférieure, dans l'Eure et le Calvados, devinrent soudain extrêmement abondants. Jusque-là, les cultivateurs avaient paru indifférents à leurs dégâts, mais effrayés par leur nombre au moment de la moisson, et par la multitude des trous après l'enlèvement des récoltes, ils commencèrent à s'en émouvoir et dès le mois de septembre, devant l'étendue des ravages, qui chaque jour grandissaient, ils avertirent les services agricoles départementaux. C'est alors que ceux-ci recherchèrent les moyens d'enrayer rapidement cette pullulation qui était sans précédent dans la région.

Un moment, la destruction par les appâts empoisonnés fut envisagée, mais en présence des difficultés de préparation et des dangers d'épandage, notamment dans les herbages, il fallut y renoncer. Un certain nombre de départements se trouvant dans la même situation que la Normandie, le Ministère de l'Agriculture chargea l'Institut des Recherches agronomiques d'organiser la lutte. M. le Dr Dériberé-Desgardes, élève de l'Institut Pasteur, qui connaissait la question pour l'avoir étudiée au lendemain de la guerre dans les régions libérées, fut désigné par l'Institut des Recherches agronomiques pour organiser, dans les départements attaqués, des centres de fabrication de virus Danysz, qui, en de nombreux cas, s'était montré particulièrement efficace. Fin octobre, le Dr Dériberé-Desgardes arrivait à Rouen et posait les premiers jalons de l'organisation ; c'est alors qu'il fut décidé que notre laboratoire se chargerait de la partie technique, tandis que les services agricoles, sous la direction de M. Labounoux, conserveraient la partie administrative. Il fallut constituer un matériel de fabrication : rien n'existait, si ce n'est la grande étuve à désinfection de l'Hospice général de Rouen, que l'Administration mit obligeamment à notre disposition ; les bidons furent prêtés par des maisons de laiterie ; une étuve de fortune, chauffée au gaz, fut installée dans les locaux de la Station entomologique, où devaient se faire les cultures microbiennes. La Commission départementale et l'Office agricole départemental mirent à la disposition des services agricoles les fonds nécessaires pour que le virus soit livré gratuitement aux cultivateurs.

Il nous est apparu immédiatement que, malgré les progrès réalisés, la question de lutte contre les Campagnols n'était pas au point, et qu'il importait de profiter des circonstances exceptionnelles dans lesquelles nous nous trouvions pour en reprendre l'étude. De ce mois d'octobre 1923 partent donc réellement nos recherches sur les Campagnols. Les excellents résultats obtenus avec une méthode imprécise pourtant pendant l'hiver 1923-1924, nous incitèrent à la poursuivre : les encouragements de la direction de l'Institut des Recherches, et les subventions de l'Office agricole les permirent.

Grâce aux premiers traitements, la tache principale de la Seine-Inférieure

était en grande partie réduite au printemps 1924, mais après la moisson de 1924, on ne tardait pas à voir les taches secondaires et les petits foyers de l'Eure (Neubourg et Vexin normand) s'étaler rapidement. Moins intense que la première, cette pullulation n'en nécessitait pas moins une intervention nouvelle des services techniques. Ici encore, notre laboratoire fut appelé à apporter sa collaboration aux services agricoles, de sorte qu'au début de 1926, en trois campagnes, plus de 80 000 hectares avaient pu être traités grâce au virus fourni par la Station entomologique de Rouen. Ce chiffre est éloquent, il souligne, mieux que tout autre argument, l'importance des expériences poursuivies depuis 1923 en Haute-Normandie sur la destruction des Campagnols par le virus. Les conditions très variées dans lesquelles il fallut traiter, tant en Seine-Inférieure que dans l'Eure, ont permis de multiplier les observations, les remarques et les expériences, qu'il eût été difficile de faire en toute autre circonstance. En modifiant sans cesse la technique d'emploi du virus, en profitant des ressources qui nous étaient offertes en matériel biologique par les régions mêmes qu'il fallait débarrasser, notre laboratoire a pu faire d'une organisation de lutte de grande envergure, un vaste champ de recherches, dont les résultats immédiats sont allés à ceux-là mêmes qui nous aidaient.

La plupart des mémoires parus sur les Campagnols envisagent la question à un point de vue général. Nous avons pensé qu'en qualité de biologistes, il nous était nécessaire d'y apporter plus de précision : au cours de ces deux années et demie de recherches, nous n'avons rencontré en Normandie qu'une seule espèce vraiment nuisible, le Campagnol des champs (*Microtus arvalis* Pallas). C'est donc cette espèce seule que nous avons étudiée ; nous avons tenu à en préciser les caractères morphologiques et anatomiques, à y ajouter de place en place quelques données physiologiques utiles, de façon à mieux pénétrer l'intimité de sa vie, et afin d'en dégager les lois biologiques qui la régissent : à leur lumière, nous l'espérons, les traitements pourront sortir de l'empirisme aveugle, qui commande à l'heure actuelle la plupart d'entre eux.

Ce travail n'a pas la prétention d'être un code de destruction des Campagnols ; il est, avant tout, le résumé de plus de deux années de patientes recherches faites en commun par le personnel de la Station entomologique de Rouen dans le seul but de mieux faire connaître un des agents les plus actifs de la dévastation de nos cultures et plus spécialement la valeur et le parti que l'on peut tirer de l'emploi du virus Danysz pour en enrayer la pullulation. Nous nous sommes efforcés d'en faire un document sur lequel pourront s'appuyer les travaux futurs, et qui marque une nouvelle étape vers la solution du problème.

L'étude de questions de l'envergure de celle-ci ne se fait pas en quelques mois, elle exige de longues années, car elle nécessite des connaissances anatomiques, biologiques, bactériologiques et chimiques étendues, qui ne s'acquièrent que par le temps, et ne peuvent le plus souvent qu'appartenir à une asso-

ciation de travailleurs ; elle exige des observations et des expériences nombreuses et larges qui ne sont possibles qu'à la faveur des circonstances ; et c'est pourquoi, dans un travail comme celui-là, tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont concouru à nous aider, qu'ils soient savants, manipulateurs, administrateurs ou praticiens, ont droit à notre reconnaissance. C'est en premier lieu MM. les professeurs Danysz et Salimbeni, de l'Institut Pasteur, qui nous ont fait profiter de leur grande expérience de la question ; M. le Dr Déribéré-Desgardes, M. le Dr Guerbet, chef du laboratoire de bactériologie de Rouen, Mlle Zirnhelt, de l'Institut Pasteur, qui nous ont familiarisés avec quelques techniques de bactériologie. Ce sont nos distingués collègues chimistes, MM. Brioux et Rosset, de Rouen, qui se sont chargés de nos analyses délicates. C'est M. Labounoux, directeur des Services agricoles de Seine-Inférieure, qui, par sa haute compétence agronomique et les sympathies dont il est entouré dans le département, nous a facilité les recherches et les déplacements, en même temps que le contact direct avec les cultivateurs ; ce sont MM. Malabre et Goimard, professeurs d'agriculture, qui furent pour nous de véritables collaborateurs, mettant en commun leurs efforts avec les nôtres pour enrayer le fléau.

Notre reconnaissance va au Conseil général de Seine-Inférieure, à l'Office agricole départemental de la Seine-Inférieure et au Syndicat départemental de défense contre les animaux nuisibles de l'Eure, qui nous ont apporté leur concours financier et nous ont fait confiance dans la conduite de nos recherches. Elle va également à tous les cultivateurs, et plus spécialement à MM. Dupuis, d'Offranville ; Benet, de Grigneuseville ; Rousseau, de Villegats, pour l'accueil qu'ils nous ont fait et les renseignements qu'ils nous ont fournis : ils nous ont facilité grandement la tâche et apporté un contingent de faits, dont on trouvera l'écho à chaque page dans ce mémoire.

Nous remercions MM. les directeurs des services agricoles de l'Eure, du Calvados, de l'Orne, de la Somme, de l'Oise, de l'Aisne et du Pas-de-Calais des rapports qu'ils nous ont envoyés sur la question.

Enfin, nous n'aurions garde d'oublier le grand ami de notre laboratoire : M. Henri Gadeau de Kerville, qui ne cessa de s'intéresser à nos travaux et dota la Station entomologique d'un important matériel de cages d'élevage, infiniment précieux pour les recherches. Nous n'oublierons pas plus nos collaborateurs immédiats, M. Verguin, préparateur, attaché au laboratoire pendant l'hiver 1925-1926, et plus particulièrement notre brave Fillatre, préparateur auxiliaire de la Station, toujours sur la brèche, grièvement brûlé en décembre 1924, lors d'un contrôle de stérilisation, et dont le dévouement et la conscience professionnelle ont permis la poursuite de nos recherches et l'application de nos méthodes.

Tous ont participé à nos travaux et ont droit à notre reconnaissance, car sans leur collaboration étroite, sans la documentation abondante que nous a fournie

la lecture des travaux antérieurs, nous n'aurions pu réaliser cette mise au point sur le Campagnol des champs et sa destruction, qui, nous l'espérons, servira aux biologistes aussi bien qu'aux agronomes.

Nous avons divisé ce travail en deux parties, dont nous nous sommes partagé la rédaction. Dans la première partie, consacrée exclusivement au Campagnol des champs, nous étudions le *Microtus arvalis*, ses caractères, sa répartition géographique et sa biologie : nous décrivons le matériel d'élevage, indiquons comment il se multiplie, en arrivons à une étude détaillée de son comportement dans le sol et vis-à-vis du milieu vivant (milieu végétal et milieu animal), pour essayer de préciser les causes déterminantes de sa pullulation. La seconde partie est consacrée à l'étude des moyens de destruction, et plus spécialement de l'utilisation des cultures microbiennes ; elle renferme une étude complète de l'organisation de la lutte, et de l'application du virus Danysz en culture diluée, tel que nous le préconisons.

Nous avons résumé dans un tableau l'ensemble des phases de la lutte, en corrélation avec la biologie du rongeur, de façon à obtenir le maximum de résultat.

PREMIÈRE PARTIE. = LE CAMPAGNOL DES CHAMPS (*MICROTUS ARVALIS* PALLAS)

I. *LES CAMPAGNOLS. POSITION SYSTÉMATIQUE DU GENRE* MICROTUS. — *LE* MICROTUS ARVALIS, *SES CARACTÈRES. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.*

Les Campagnols (DÉFINITION).

Longtemps, les auteurs ont réuni sous un même terme : celui de Souris ou de petit Rat des champs, le Campagnol et le Mulot. Ce n'est guère qu'au XVII[e] siècle que nous les voyons, à la suite d'ALDROVANDE, dégager les caractères différentiels de l'un et de l'autre, encore confondus dans nos campagnes sous le même nom, celui de Mulot ou Souris des champs. Le mot *campagnol* lui-même ne paraît pas avoir été introduit dans la langue française avant le XVIII[e] siècle, BUFFON en fait déjà mention dans ses écrits, mais les ouvrages de la même époque que nous avons eus sous les yeux ne parlent que du Mulot ; ce mot vient de l'italien « campagnoli », que l'on trouve dans les travaux d'ALDROVANDE.

Les Campagnols sont des animaux très différents des Mulots, tant par leurs caractères morphologiques que par leur biologie ; ce sont des rongeurs à tête large et épaisse, à museau tronqué, à forme lourde, avec les oreilles et la queue relativement courtes ; certaines espèces essentiellement agrestes vivent en bandes innombrables, causant aux cultures des dégâts considérables. Les Mulots, plus voisins des Souris et des Rats, ont le corps moins allongé, moins trapu, la tête moins grosse, le museau pointu et les membres postérieurs longs, leur permettant de progresser par bonds. S'ils sont capables, comme les Campagnols, de commettre de gros dégâts dans les cultures, ils sont généralement beaucoup moins redoutables, vivant rarement en bandes nombreuses, et ayant un régime essentiellement granivore.

On désigne d'une façon générale, sous le nom de Campagnols, les Muridés appartenant à la sous-famille des *Microtinæ* (*Arvicolinæ*), qui ont pour caractères communs la forme ramassée, les oreilles et la queue courtes, les dents radiculées avec une couronne à replis d'émail à angles rentrants et sortants : la formule dentaire est la suivante :

$$\text{I. } \frac{1-1}{1-1} \text{ Pm. } \frac{0-0}{0-0} \text{ M. } \frac{3-3}{3-3} = 16 \text{ dents.}$$

Cette sous-famille, qui n'a pas moins de 54 représentants en Europe, dont 25 en France et 14 spéciaux au Nord de l'Europe (Scandinavie, Russie), renferme des espèces d'une très grande importance au point de vue agricole ; nous citerons entre autres le *Microtus arvalis*, l'une des plus répandues en France et à l'étude de laquelle nous consacrons ce travail, le *Microtus agrestis L.*, espèce très voisine, plus fréquente dans les bois, et dont la sous-espèce, *hirtus*, légèrement différente de notre *agrestis*, pullule quelquefois en Angleterre ; le *Microtus œconomus* Pallas de Russie bien connu par ses migrations et l'importance de ses magasins de réserves ; le *Pitymys subterraneus* Sélys, abondant dans le Sud-Est de la France, le *P. savii* Sélys, très nuisible en Italie, notamment dans les Pouilles, l'*Arvicola monticola* Sélys de l'Auvergne, des Pyrénées et de la Savoie, l'*Arvicola amphibius* L. ou Campagnol amphibie, improprement dénommé Rat d'eau, le Lemming (*Lemmus lemmus* L.), animal migrateur des régions septentrionales, dont les invasions sont restées célèbres. Toutes ces espèces peuvent être placées au rang des grands ravageurs des cultures et c'est à elles, selon toute vraisemblance, que font allusion les textes des anciens auteurs, dont nous avons parlé dans notre introduction.

Position systématique du genre *Microtus*. — La classification des petits rongeurs est assez délicate ; devant les confusions fréquentes que l'on trouve dans les ouvrages de vulgarisation, nous avons jugé utile de marquer la place exacte du genre *Microtus* dans la classification, en nous basant sur les travaux récents de Miller.

Miller divise les Muridés en trois sous-familles :

Molaires prismatiques, hypsodontes ou sans racines, couronnes plates (Campagnols, Lemmings) ... *Microtinæ*.

Molaires tuberculées, brachyodontes, avec racines :

Tubercules des molaires disposées en deux séries longitudinales (Hamster) ... *Cricetinæ*.

Tubercules des molaires disposés en trois séries (Rat, Souris, Mulot) ... *Murinæ*.

La sous-famille des *Microtinæ* renferme les genres *Evotomys*, *Microtus*, *Pitymys*, *Arvicola*, *Myopus* et *Lemmus*. Nous laissons de côté les deux derniers, qui intéressent exclusivement la Scandinavie et la région arctique : le Lemming est un animal à grosse tête, à queue rudimentaire, terminée par un pinceau de poils, à pieds sans tubercules plantaires. Les autres genres se distinguent de la façon suivante :

Formes relativement légères, queue moyenne poilue, oreilles moyennes, dos rouge-baie et flanc gris à brun clair, molaires à racines chez l'adulte.

Ex. : *E. glareolus* Schreber de l'Europe moyenne occidentale... *Evotomys*.

Formes plus ramassées, oreilles courtes, queue tiers de la longueur du corps, huit mamelles ... *Microtus*.

Ex. : formes de plaine, *M. arvalis* Pallas, *M. agrestis* plus fréquent

dans les bois ; forme de montagne, *M.* (*Chionomys*) *nivalis* Martins ou Campagnol des neiges.

Formes ramassées, yeux petits, oreilles très courtes, queue du quart de la longueur du corps, huit mamelles... *Pitymys.*

Ex. : *P. subterraneus* ou Campagnol souterrain.

Formes de grande taille, mœurs aquatiques, queue demi de la longueur du corps, huit mamelles... *Arvicola.*

Ex. : *A. monticola* Sélys des régions montagneuses (Pyrénées, Savoie, Auvergne) : cette espèce a des mœurs terrestres et se montre quelquefois nuisible aux cultures.

Le genre *Microtus* (Schrank, 1798). Différentes espèces. — Miller décrit quinze espèces et dix-sept sous-espèces de *Microtus*. Sans rentrer dans les détails que l'on trouvera dans le travail du savant mammologiste, nous tenons à mentionner ces espèces, en indiquant leur distribution géographique, de façon à mettre en garde les biologistes contre les erreurs possibles de détermination :

1. *Microtus agrestis* (sept sous-espèces) type. Scandinavie; *M. agrestis hirtus* Bellamy. Angleterre et Basse-Écosse ; *M. agrestis neglectus* Jenyns. Haute-Écosse.

2. *M. arvalis* (quatre sous-espèces) : *M. arvalis arvalis* Pallas, le Campagnol des champs ; *M. arvalis meridianus* Miller. France du Sud-Ouest, Basses-Pyrénées ; *M. arvalis duplicatus* Rörig et Börner, Nord-Est de l'Allemagne, Prusse Orientale, Bords de la Baltique ; *M. arvalis levis* Miller, Roumanie, Sud de la Hongrie, Nord-Est de l'Italie.

3. *Microtus incertus*, de Sélys-Longchamps, Montagnes de Suisse et du Tyrol. A cette espèce appartiennent les variétés *fulva* et *flava* d'*A. arvalis*, de Fatio (Saint-Gothard, Uri, Engadine).

4. *M. asturianus* Miller, Espagne.

5. *M. orcadiensis* Miller, iles Orkney, Écosse.

6. *M. sandayensis* (deux sous-espèces), îles Orkney et Sanday, Écosse.

7. *M. sarnius* Miller, Guernesey.

8. *M. cabreræ* Thomas, Espagne centrale (région montagneuse).

9. *M. dentatus* Miller, Sierra de Segura (Espagne).

10. *M. Hartingi* Barrett-Hamilton, Larissa (Thessalie).

11. *M. angularis* Miller, Transylvanie.

12. *M. ratticeps* Keyserling et Blasius, Russie Nord et Centre. Rives de la Dwina.

13. *Chionomys nivalis* Martins (deux sous-espèces), Alpes, Pyrénées, Apennins, Tyrol.

14. C. *lebrunii* Crespon (deux sous-espèces), Gard, Basses-Alpes.

15. *C. ulpius* Miller, Autriche et Hongrie (montagnes).

Par cette liste, on se rend compte des dangers d'une détermination hâtive :

ces petits rongeurs sont très voisins les uns des autres, et il est à craindre que beaucoup des renseignements fournis jusqu'à ce jour sur la biologie des Campagnols en général ne puissent être retenus dans l'avenir, les auteurs omettant souvent de préciser l'espèce envisagée.

Le *Microtus arvalis*.

Synonymie. — L'étude même de la synonymie du *Microtus arvalis* Pallas nous montre la diversité des noms sous lesquels cette importante espèce a été étudiée et décrite. Miller nous fournit à ce sujet des détails précis. Sans parler des sous-espèces indiquées, nous pouvons considérer comme étant le *M. arvalis*, les rongeurs désignés sous les noms suivants :

1778. *Mus arvalis* Pallas.
1798. *Microtus terrestris* Schrank.
1801. *Mus arvalis albus* Bechstein.
1803. *Lemmus fulvus* Geoffroy.
1822. *Arvicola vulgaris* Desmarest.
1840. *Arvicola arvensis* Schinz.
1841. *Arvicola arvalis*, de Sélys-Longchamps (à cette date fut établie nettement la distinction avec *A. agrestis*).
1845. *A. arvalis* var. *ater*, de Sélys-Longchamps.
1847. *A. cunicularius* Ray.
1853. *A. campestris* Blasius.
1857. *A. campestris* Blasius.
1857. *A. arvalis* Blasius.
1884. *Microtus arvalis* Lataste.
1905. *Arvicola arvalis*, *forma variabilis*, *contigua*, *assimilis*, *depressa*, *simplex*, *principalis*. Rörig et Börner.
1905. *Arvicola arvalis*, *galliardi*, Fatio.
1910. *Microtus arvalis* Trouessart.
1910. *Microtus agrestis campestris* Trouessart.

L'*Arvicola fulvus* de Sélys-Longchamps, *A. agrestis* Jenyns, *A. duodecimcostatus* de Sélys, *A. arenicola* de Sélys, *A. Bailloni* et de Sélys, *Hypudæus arvalis* Illig, *H. rufescente-fuscus* et *rufo-fuscus* Schinz, ces deux derniers mis en synonymie par Fatio, paraissent s'adresser à d'autres espèces.

La confusion s'explique quand on compare le *M. arvalis* à des formes très voisines, telles que *M. agrestis*, et notamment aux sous-espèces : *M. agrestis Bailloni* de Sélys (confusion faite par Fatio), *M. agrestis neglectus* de Barett-Hamilton et de Trouessart, dont le type a été trouvé aux environs d'Abbeville dans la Somme, et qui fut retrouvé au Danemark, en Allemagne et dans le Sud-Ouest de la France ; ou *M. agrestis hirtus* Bellamy, un peu plus petit que le type, ce qui le rapproche davantage encore de *M. arvalis* ; cette sous-

espèce, nous l'avons vu, est propre à l'Angleterre et à la Basse-Écosse. Les caractères distinctifs du *M. agrestis* sont en effet assez subtils et ont pu échapper à bien des auteurs : le *M. agrestis* est plus grand, plus fort, le pied postérieur peut atteindre 21 millimètres (au lieu de 18 millimètres) ; le crâne est plus large et atteint 28 millimètres (au lieu de 24 millimètres), les tubercules plantaires sont plus grands, moins arrondis, le pelage généralement plus fauve, mais comme on peut avoir affaire à un exemplaire de petite taille ou de coloration foncée, et si l'on ignore les circonstances de capture, le *M. agrestis* vivant plus volontiers dans les bois et les broussailles que dans les champs, on ne peut être certain de la détermination que par l'examen de la mâchoire : la seconde molaire supérieure présente une bride post-interne, ce qui donne cinq prismes avec cinq espaces cémentaires au lieu de quatre chez le *M. arvalis*. Les deux espèces se rencontrent dans les mêmes régions ; la capture du *M. agrestis* en Normandie nous a été confirmée par M. Henri Gadeau de Kerville, et l'abbé Letacq a eu l'occasion de l'observer dans la forêt d'Écouve (Orne) et a noté la présence dans ses magasins de réserves de rhizomes et de bulbes, analogues à ceux que nous étudierons plus loin pour le *M. arvalis*.

Caractères du *Microtus arvalis*. **Morphologie externe** (photo Pl. I). — Dimensions : tête et corps, 95 à 110 millimètres (tête. 25 à 30 millimètres ; oreilles, 11^{mm},5 à 12 millimètres) ; queue, 30 à 35 millimètres ; pieds des pattes postérieures, 14 à 18 millimètres. Poids, 15 à 35 grammes. Forme ramassée, museau arrondi, moustache assez fournie, poils courts. Oreilles courtes arrondies, plus longues que larges, légèrement saillantes, couvertes vers le milieu de petits poils grisâtres ou jaunâtres qui la dépassent faiblement (Fatio). Œil moyen, vif, saillant. Pelage doux, serré, inégal, en dessus. Queue assez fourrée, faiblement bicolore. Pattes courtes, pieds antérieurs à quatre doigts plus un pouce intérieur rudimentaire, avec cinq tubercules, pieds postérieurs à cinq doigts plus longs, avec six tubercules, ongles moyens, face plantaire nue, couleur chair.

La coloration générale varie du fauve au gris noirâtre, en passant par le brun jaunâtre et le gris brun, mais la coloration la plus fréquente, celle de notre Campagnol des champs est le gris fauve ; les flancs sont toujours plus clairs, le ventre blanc plus ou moins sale, tirant sur le gris jaunâtre, la queue grisâtre en dessus, blanchâtre en dessous, les pattes de la couleur des flancs.

Des cas d'albinisme ont été signalés par Ranzani Blumenbach, de Sélys-Longchamps, Godron, Fatio et Cornalia (1). Pour notre part, sur des milliers d'individus observés, nous n'avons jamais rencontré en Normandie qu'une femelle atteinte nettement d'albinisme avec la coloration rose de l'iris ; la coloration générale n'était pas blanche, mais plutôt d'un fauve blanchâtre extrêmement clair. Cet individu, que nous avons conservé un certain temps

(1) Henri Gadeau de Kerville, Liste générale des Mammifères sujets à l'albinisme par Elvezio, Cantoni (traduit de l'italien et additions) (*Bull. Soc. Amis Sc. Nat.*, Rouen 1882, p. 279).

vivant au laboratoire, figure maintenant dans les collections du Museum d'Histoire naturelle de Rouen. Nous avons vu plusieurs cas d'albinisme partiel, et capturé notamment un Campagnol mâle qui portait une collerette blanche à la partie antérieure du corps (1).

Variétés. — Nous avons signalé plus haut, d'après MILLER quatre sous-espèces de *M. arvalis*. Si nous considérons le *M. arvalis arvalis* comme le type du Campagnol des champs, il nous reste par conséquent trois variétés bien caractérisées : le *M. arvalis meridianus* de MILLER et TROUESSART qu'on trouve aux environs de Biarritz et dans toutes les Pyrénées, est plus grand et plus jaunâtre que le type ; le *Microtus arvalis duplicatus* Rörig et Börner des provinces baltes correspond à la forme *duplicata* des mêmes auteurs (1905) et se caractérise par une taille plus grande, son aspect plus robuste, sa coloration plus pâle, et moins uniforme, son crâne anguleux ; le *Microtus arvalis levis* Miller, [le *M. levis* de TROUESSART (1910)], qu'on trouve en Roumanie, se rapproche du précédent, mais a le crâne arrondi et étroit.

Divers auteurs, comme FATIO et SCHINZ, ont signalé des variations dans le pelage suivant l'altitude et les régions, mais nous pensons, comme nous l'avons indiqué précédemment à propos des variétés *rufescente-fuscus* et *rufo-fuscus* Schinz, qu'il y a erreur dans la détermination de l'espèce.

Distinction des sexes. — Il est assez malaisé de distinguer apparemment le mâle de la femelle ; ce n'est que par un examen attentif de l'appareil génital externe qu'on y parvient sans erreur (2); chez le mâle, le pénis n'est pas saillant, et les testicules ne font jamais saillie à l'extérieur; en outre, la femelle (fig. 1) porte une protubérance génitale, qui peut faire méprendre sur la détermination du sexe; mais si l'on y prête attention on constate que la gaine du pénis forme un prolongement plus saillant que la protubérance génitale de la femelle, et que l'urètre s'ouvre légèrement en avant, tandis que la vulve a une forme losangique et s'ouvre en arrière de la protubérance terminée par une touffe de poils.

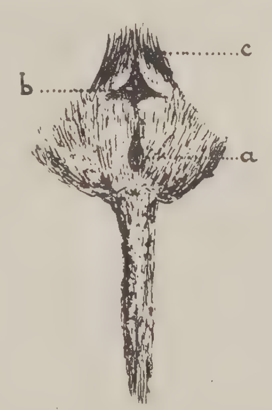


Fig. 1.— Extrémité abdominale de la femelle; a) anus; b) vulve ; c) protubérance génitale.

Le mâle est généralement plus agile que la femelle, la coloration plus claire surtout sur les côtés, l'œil est vif, les mouvements plus rapides, les poils du dos lisses, fins et serrés. La femelle est plus lourde, plus ramassée, elle a les cuisses

(1) Si nous en jugeons par des exemplaires capturés en Champagne qui nous ont été donnés par M. LOMONT, le cas d'albinisme partiel serait assez fréquent dans les régions crayeuses.

(2) Pour examiner à loisir un Campagnol, il suffit de l'endormir en le mettant pendant une minute et demie environ dans un bocal avec un tampon imbibé d'éther; l'animal reste engourdi pendant quatre à cinq minutes et ne paraît en souffrir nullement.

fauves, le diamètre du pavillon de l'oreille plus grand, le poil moins lisse, surtout si elle a porté.

Morphologie interne. — L'étude du *crâne* (fig. 2) a une grande importance dans l'étude des petits rongeurs, nous renvoyons aux travaux spéciaux sur la question. Ses caractères, chez le *M. arvalis*, sont les suivants : apophyse post-orbitale basse, non distinctement anguleuse ; interpariétal, à diamètre antéro-postérieur de plus de la moitié du diamètre transverse (1) ; conques auditives petites souvent, mais pas toujours plus grandes que chez le *M. agrestis* (proportionnellement à la longueur du crâne) ; fosses nasales plus en arrière, non brusquement contractées au milieu ; mâchoire inférieure avec l'apophyse coronoïde moins tournée vers l'arrière et l'apophyse articulaire marquée sur le côté externe par une protubérance plus accentuée au-dessus de la racine des incisives (MILLER). En outre, le crâne du *M. arvalis* adulte se distingue par sa taille et sa forme de celui du *M. agrestis*, avec lequel on peut le confondre : il est plus petit, plus large, plus court, la boîte osseuse est presque carrée et bien délimitée ; les arêtes sont accentuées chez les sujets âgés ; les pariétaux sont larges chez les jeunes, rétrécis chez les adultes ; les frontaux étranglés chez les adultes surtout chez les sujets âgés, l'angle pariétal antérieur est peu profond, les arcades zygomatiques sont irrégulières, assez fortes et ouvertes (FATIO).

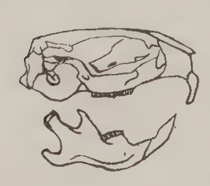


Fig. 2. — Crâne de *Microtus arvalis* (d'après Miller).



Fig. 3. — Côté gauche de la mâchoire supérieure de *Microtus agrestis* (a) et de *Microtus arvalis* (b) ; à noter l'absence de repli à la deuxième molaire (d'après MILLER).

La *dentition* se compose de seize dents, sa formule est celle que nous avons indiquée pour les Campagnols en général. Les dents n'ont pas de racines, les incisives très développées sont pointues et tranchantes (2), moins obliques que chez le *M. agrestis*, les molaires sont formées de prismes triangulaires alternés ; la couronne est plane, et on n'y trouve pas trace de tubercules, même chez les jeunes, la couche d'émail s'étend sur tout le pourtour de la dent, et forme des replis en zig zag, dont on sait l'importance pour la classification des *Microtinæ*. Comme nous l'avons constaté avec MILLER, ces replis d'émail présentent chez les différents individus de légères variations, qui ne paraissent pas caractéristiques des races locales (3), et de toutes façons ne les

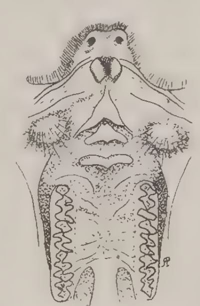
(1) La proportion de la longueur à la largeur de l'interpariétal varie sensiblement chez les différentes races (MILLER).

(2) Les morsures, sans être dangereuses, sont brutales et parfois profondes, les muscles des mâchoires étant très puissants. Lorsqu'on manipule un Campagnol, il y a lieu de s'en méfier, il faut le maintenir par la peau du cou.

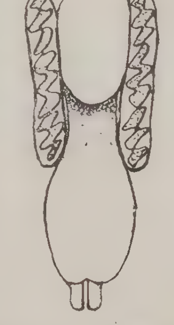
(3) Cette question des races locales est assez délicate, nous avouons pour notre part n'avoir pu en discerner dans les échantillons de plaine qui nous ont été soumis. Cette distinction pourrait avoir quelque

écartent pas du type. Les caractéristiques du type (fig. 3) sont les suivantes : la deuxième molaire supérieure ne présente pas le repli postéro-interne, qui caractérise celle du *M. agrestis*, la troisième molaire supérieure a six espaces et sept angles, la première molaire inférieure a neuf espaces et sept angles, la troisième molaire inférieure six angles.

La forme de la *langue* et du *palais* (fig. 4 et 5) mérite de retenir notre attention, à cause de leur rôle dans la préhension des aliments ; elle joue, à notre avis, un rôle important chez tous ces rongeurs, et chez les Campagnols en particulier, qui accumulent des réserves, et les transportent quelquefois à de grandes distances. Si quelques espèces possèdent des bajoues, qui leur permettent de garder dans leur bouche des quantités appréciables de grains, il n'en est pas de même chez d'autres, comme le Campagnol des champs et le Mulot, qui se contentent de prendre quelques grains à la fois, et les retiennent dans leur bouche grâce à des replis caractéristiques : le *palais* présente au niveau de la barre trois gros replis cutanés en Y, dont les deux premiers constituent de véritables poches, capables de retenir plusieurs grains (le premier du moins), et entre les molaires quatre replis plus petits, qui servent, d'après nous, plus spécialement, pour la nutrition de l'animal. La *langue* porte, aux deux tiers de sa longueur, un bourrelet important qui, en s'appuyant contre les petits replis palatins, forme butoir et maintient les grains dans les replis en Y. Ce dispositif de préhension buccal est complété latéralement à la face supérieure par des sortes de *pulvilli*, couverts de poils blancs raides, situés au niveau de la barre.


Fig. 4. — Intérieur de la bouche montrant les replis palatins.

L'examen de la bouche du Mulot (*Apodemus sylvaticus*) nous montre une accentuation plus forte encore de ces replis palatins et notamment des petits replis, placés entre les dents ; la chose peut s'expliquer par le régime essentiellement granivore de ce rongeur.


Fig. 5. — La langue et son bourrelet postérieur.

L'*œsophage*, assez large, a 22 à 23 millimètres de longueur. L'*estomac* se présente sous la forme d'une vaste poche, dont le contenu constitue une pâte chymeuse, de couleur brun verdâtre mêlée de particules blanchâtres et plus ou moins colorées, ce qui nous indique une alimentation assez variée, beaucoup moins homogène que celle du Mulot (1). L'intestin, très long, atteint 32 à 44 centimètres, et présente un grand cæcum de 7 à 9 centimètres. La rate, impor-

importance si, comme le prétendent quelques auteurs, il y avait des races plus ou moins sensibles au virus, mais la chose est encore à démontrer. Nous verrons dans la seconde partie que de ce côté rien ne peut être affirmé.

(1) L'estomac du Mulot est plus petit que celui du Campagnol, et ne contient qu'une pâte chymeuse.

tante à connaître pour les dissections pathologiques, se présente sous la forme d'une lame, plus rouge que le foie, ayant 12 à 18 millimètres sur 5 à 7 millimètres de large.

L'*appareil génital* rappelle celui de la Souris : les testicules se présentent sous la forme de deux grosses masses blanches turgescentes dans les périodes d'activité sexuelle, et sont placés à la partie inférieure du corps ; chaque testicule est relié à une vésicule séminale située sur le côté de la vessie par l'épididyme, fixé à la paroi abdominale par le gubernaculum, et prolongé par le canal déférent. Chez la femelle, les ovaires sont très petits.

Les *côtes* sont au nombre de treize.

Données physiologiques. — Les *sens* du Campagnol des champs ne sont pas tous également développés : l'olfaction et l'ouïe paraissent les plus poussés, tandis que la vue assez sensible, semble relativement courte : nous pouvons citer à l'appui de cette opinion quelques observations nettes :

Olfaction : des Campagnols élevés dans la grands fosse du laboratoire, que nous décrivons plus loin, n'avaient pour toute nourriture que les céréales s'y trouvant cultivées ; en moins d'un mois, le champ d'expérience était ravagé ; au bout de peu de temps, les réserves paraissant épuisées, et leur nombre s'étant accru de six petits, nous décidons de les nourrir avec de l'avoine ; quelques minutes après le dépôt des grains, tous les Campagnols, y compris les petits, qu'on ne voyait jamais normalement, sortaient de leurs trous, et venaient enlever l'avoine. Dans des circonstances analogues, nous avons constaté que dès qu'on plaçait dans un coin de la fosse une nourriture, dont ils s'étaient trouvés dépourvus pendant quelque temps, on ne tardait pas à les voir montrer le nez à l'entrée des galeries, et « humer » l'air avant de se diriger vers la source alimentaire. Nous observons des faits du même ordre sur le terrain, lorsque nous voyons les Campagnols se diriger vers des champs déterminés ; et s'il est bien difficile de chiffrer la portée de ce sens olfactif, nous pensons qu'il joue un grand rôle dans la vie du Campagnol et qu'il est le plus développé de ses sens.

Ouïe: Les Campagnols sont très sensibles aux bruits ; très méfiants par nature, un rien les interrompt dans leur travail et leur fait lever la tête ; tout piétinement du sol les fait fuir vers leur nid, où seulement ils se croient en sécurité, soit que la couche de paille hachée qui les entoure empêche la perception des bruits extérieurs, soit qu'ils trouvent en se groupant un moyen de se protéger contre le danger. Cette tendance des Campagnols à se grouper n'est pas sans intérêt au point de vue même de l'application des traitements. Lorsqu'on laboure un champ sillonné de toutes parts par les galeries de ces rongeurs, on est étonné de constater combien on en surprend peu dans les galeries mêmes ; et

blanche qui correspond à son régime granivore. La structure histologique serait également différente, mais nous n'avons pas eu l'occasion de le vérifier.

on pourrait être tenté de croire que le terrain est déserté, si l'on ne venait à retourner des nids : il n'est pas rare alors d'y trouver à l'automne des familles de dix à douze individus et même davantage. Mais un des points qui a retenu le plus notre attention pour la détermination de l'acuité du sens auditif du Campagnol est la façon dont il établit ses galeries ; nous ne voulons pas anticiper ici sur un chapitre important de notre travail, mais nous signalerons cependant qu'à moins d'admettre un sens spécial de direction, il est difficile d'expliquer autrement que par l'ouïe la faculté qu'ont ces petits rongeurs de raccorder les galeries entre elles ou avec le nid, en partant d'un point quelconque du terrain, et à des distances de plusieurs mètres ; il ne s'agit pas là d'un raccordement de pur hasard, mais bien d'un travail souterrain dans une direction déterminée, rappelant celui des mines faites par les sapeurs pendant la guerre : il y a tout lieu de croire que cette direction est donnée par les bruits faits par les autres Campagnols fréquentant les galeries et le nid.

Vue : Nous pensons que, comme beaucoup d'animaux, les Campagnols sont plus sensibles à ce qu'ils entendent qu'à ce qu'ils voient ; toutefois leur vue nous paraît assez bonne, car il suffit de faire le moindre geste ou le moindre mouvement pour les faire fuir, nous l'avons observé maintes fois dans notre terrain d'expérience ; il est facile de s'en rendre compte en se promenant au coucher du soleil dans des champs envahis. Leur vue cependant paraît courte, ou plus exactement ne semble avoir qu'un champ visuel déterminé assez restreint, et qui peut s'expliquer par ce fait que lorsqu'il se déplace, le Campagnol trotte menu et a la tête près du sol ; on comprend ainsi comment les oiseaux de proie diurnes et nocturnes, qu'ils ne voient pas au vol, peuvent en faire des hécatombes considérables.

La *respiration* du Campagnol est très active, et étroitement adaptée à la vie souterraine de l'animal ; nous avons compté pour un Campagnol sain une moyenne de 125 à 140 inspirations respiratoires à la minute ; la respiration se fait presque exclusivement par les narines ; il suffit de pincer celles-ci pour amener assez rapidement la mort de l'animal. Pouillot et Gaillot (1861) prétendent que le conduit respiratoire se développe dans les anfractuosités de la face avant de pénétrer par le larynx dans la trachée et que c'est à cette disposition que les Campagnols doivent l'acuité de leur sens olfactif, en multipliant la surface de contact de l'air inspiré avec la membrane qui est le siège de l'odorat ; il en résulterait une élaboration particulière de l'air avant son arrivée aux poumons et la possibilité pour l'animal d'emmagasiner une provision d'air pour suppléer pendant quelque temps à sa raréfaction dans le sol, tandis que la rapidité des mouvements respiratoires lui permettrait de rejeter vivement du poumon des gaz qui ne sont pas utiles à la fonction, après les y avoir appelés pour en utiliser l'air respirable. Les mêmes auteurs parlent de 200 inspirations à la minute, chiffre qui nous paraît un peu élevé pour un *Microtus arvalis* sain, et indiquent qu'un Campagnol peut rester caché pendant plus de douze heures

sous la terre remuée, bouleversée par la charrue par exemple, où les circonstances l'ont amené à se blottir. De notre côté, nous avons procédé à des expériences en vue de déterminer la résistance du Campagnol à l'asphyxie dans le sol. Nous avons enfermé des Campagnols dans de petites boîtes bien aérées et d'une capacité suffisante pour permettre à l'animal de s'y retourner, nous avons placé ces cages dans le sol à une profondeur variant entre 20 et 30 centimètres. Observés successivement après une heure, deux, trois, huit, douze et quatorze heures, les Campagnols ne parurent nullement gênés par cet ensevelissement dans le sol. Faut-il attribuer aux anfractuosités de la face le rôle que Pouillot et Gaillot leur supposent? Nous ne le pensons pas, la réserve qu'elles fournissent est insignifiante. Quoi qu'il en soit, nous constatons les faits suivants : grand développement du sens olfactif, rapidité des mouvements respiratoires, résistance à l'asphyxie dans le sol ; nous les soumettons aux physiologistes, qui y trouveront sans doute les raisons de l'adaptation du Campagnol à la vie souterraine.

La *circulation* est également très rapide, en fonction avec la respiration ; ceci explique la violence d'action des gaz sur ces rongeurs, et la rapidité de propagation des maladies microbiennes, auxquels ces animaux paraissent particulièrement sensibles.

Données psychologiques : la sociabilité du Campagnol. — Ici pourrait se placer, comme suite aux données précédentes, une étude, non pas des conditions dans lesquelles l'animal évolue ou auxquelles il s'adapte, mais sur l'*état de sociabilité* du Campagnol. On en parle beaucoup dans les ouvrages sur les Campagnols, nous croyons pour notre part qu'il ne faut pas en exagérer l'importance : la pullulation n'implique pas la vie sociale, tout au plus peut-on dire que les Campagnols ont tendance à se grouper à certaines époques de l'année, dans la période de repos sexuel (de septembre à janvier) ; normalement, le groupement ne comprend pas plus d'un couple et sa descendance directe, qui aussitôt sa maturité sexuelle tend elle-même à s'isoler pour fonder de nouvelles familles, qui pourront devenir rivales entre elles. Lorsqu'on voit le réseau inextricable de galeries et de sentiers qui sillonnent un champ, on est tenté de prendre pour une organisation générale dépendant d'un groupement d'animaux ce qui n'est en réalité qu'une juxtaposition de systèmes parfaitement indépendants quant à leurs voies d'accès principales, en particulier les galeries qui mènent au nid et aux magasins de réserves. Nous n'anticiperons pas davantage sur la biologie du *Microtus arvalis*, que nous allons étudier en détail plus loin, nous soulignerons seulement ici ce fait qui s'accorde exactement avec nos observations au laboratoire, où nous faisons l'élevage du Campagnol depuis deux ans et demi : les Campagnols ne sont pas des animaux sociaux, mais ils se supportent temporairement, quand n'interviennent ni concurrence vitale, ni surtout concurrence sexuelle. Il suffit d'introduire un Campagnol dans une cage en contenant d'autres pour juger de l'accueil fait

au nouvel arrivant ; il s'ensuit fréquemment d'ardentes batailles, dans lesquelles l'intrus finit par succomber ; si, au lieu d'un Campagnol, nous en introduisons plusieurs, les dangers qu'ils courent se trouvent partagés, mais il est bien rare que la réunion se fasse sans heurts, et c'est au détriment des plus faibles. Cette constatation n'est pas sans importance pour les élevages et le contrôle des expériences. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point et les questions connexes en étudiant les rapports des Campagnols entre eux.

Répartition géographique. — Le *Microtus arvalis* se trouve dans une grande partie de l'Europe et une partie de l'Asie ; on le signale en Sibérie jusqu'à l'Obi ; mais sa zone de prédilection semble être comprise entre le 45° et 55° de latitude nord ; on l'a cependant rencontré plus bas en Perse, et beaucoup plus haut en Scandinavie (1) et dans le nord de la Russie ; il manque d'une façon générale dans les îles : l'Islande, l'Irlande, les îles anglo-normandes et les îles britanniques, où il est remplacé par le *M. agrestis*, la Corse, la Sardaigne, la Sicile ; il est surtout abondant dans les pays de grande culture, en France, en Allemagne (Thuringe, Saxe, Silésie, Bavière), en Pologne, en Russie (province de Kiew). On le trouve fréquemment aussi en Belgique, en Alsace, en Autriche, en Bohême, en Hongrie et même dans le nord de l'Italie (Milan, Florence, Bologne).

On le trouve sous les climats les plus variés, depuis les régions à climat maritime, comme la Normandie, la Vendée, la Saintonge, jusqu'aux régions au climat continental le plus extrême, comme la Russie du Nord et la Sibérie.

Sa répartition en hauteur est subordonnée à la présence des cultures, ou tout au moins des plantes sauvages, pour lesquelles il marque une préférence alimentaire. Sa présence a été signalée dans les Alpes, au Saint-Gothard, à 2 000 mètres, par Schinz, et dans la Haute-Engadine, à 2 350 mètres, par Fatio, mais nous nous demandons si l'on n'a pas confondu avec une autre espèce ; en tout cas, nous savons qu'on le trouve d'une façon certaine en Haute-Savoie, en Suisse, par exemple aux environs de Lucerne et de Genève (2) et qu'on prend la sous-espèce *meridianus* dans toutes les Pyrénées, et notamment au Pic du Midi ; il n'y a donc rien d'impossible à ce qu'on rencontre des Campagnols des champs à des hauteurs assez fortes, mais ce qu'on peut dire, c'est que ce rongeur, étant essentiellement agreste, y trouve difficilement des conditions favorables à sa pullulation.

Il est à noter que là où il fait défaut, sa place est occupée par d'autres espèces, qui, lorsqu'elles sont en superposition avec lui, ne se montrent pas très dangereuses pour les cultures, mais qui isolément peuvent causer des dégâts

(1) Nous n'avons pas connaissance toutefois qu'on l'ait capturé en Suède, où il paraît remplacé par le *M. agrestis*.

(2) Fatio signale son apparition fréquente dans les environs de Bâle, où il se montre parfois assez nuisible.

considérables du moins en Europe occidentale, c'est le cas du *M. agrestis* en Angleterre, rarement très abondant en France en même temps que le *M. arvalis*, du *Pitymys subterraneus*, très nuisible dans le Midi, alors que dans le Nord, où il se trouve en superposition avec le *M. arvalis*, il ne semble pas y pulluler, du *Pitymys savii*, le plus redoutable des Campagnols de l'Italie. Sur les hauts

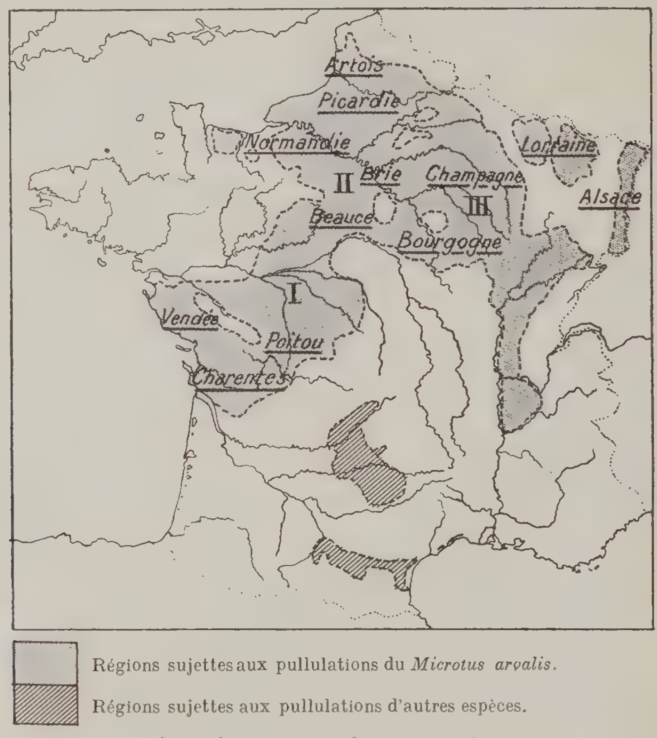


Fig. 6. — Carte de répartition des Campagnols en France.

plateaux de la Savoie et du Cantal, nous le trouvons remplacé par l'*Arvicola monticola* qui fréquemment envahit les cultures et y pullule en commettant des dégâts considérables.

La distribution géographique des Campagnols en France (fig. 6) a déjà fait l'objet d'études documentées, notamment de la part de DANYSZ (1913), et si les indications données ne précisent pas l'espèce envisagée pour des régions déterminées, elles n'en ont pas été moins précieuses pour nous, car elles nous fournissent des documents qu'il est possible de vérifier. DANYSZ distingue trois foyers principaux et des foyers secondaires. Le premier îlot englobe les Charentes, la Vendée, les Deux-Sèvres, la Vienne, l'Indre et le Loir-et-Cher ; c'est un des plus connus et des plus tristement célèbres au point de vue des pullulations de Campagnols. Le deuxième îlot est formé par le Bassin de Paris et s'étend au sud-ouest jusqu'au Loiret en comprenant l'Eure-et-Loir et la Seine-et-Oise,

et au nord jusqu'à l'Artois en englobant toute l'Ile-de-France et la Picardie. Nous pouvons considérer comme se rattachant à ce grand foyer, celui de Normandie, que nous étudierons spécialement. Le troisième îlot réuni au bassin de Paris par la Marne et l'Aube s'étend sur tous les départements de l'Est, en partant des Ardennes pour aller au Jura, et en englobant la Champagne et le nord de la Bourgogne. Ces deux derniers grands foyers ont donné lieu depuis la guerre à des invasions redoutables, et se rapportent, comme le premier, au *Microtus arvalis*. Nous sommes moins affirmatifs pour les foyers secondaires de Danysz ; il s'agit vraisemblablement d'autres espèces, soit des *Pitymys*, des *Evotomys* ou des *Arvicola*, par exemple dans l'Isère, la Drôme, l'Ariège, l'Auvergne.

D'une façon générale, comme nous l'avons dit plus haut, nous constatons que le *M. arvalis* « pullule » dans les régions de grande culture, et celles où les prairies artificielles sont abondantes : l'Artois, la Picardie, la plaine de Saint-Quentin, le pays de Caux, le Vexin, la Brie, la Beauce, nous fournissent à cet égard des exemples caractéristiques. En étudiant plus loin dans la partie biologique le comportement du *M. arvalis* vis-à-vis du milieu, nous essayerons d'expliquer cette répartition géographique en France et notamment en Normandie.

Les invasions de Campagnols. — Nous avons dit dans notre introduction combien par leur pullulation les Campagnols pouvaient se montrer redoutables pour les cultures. Sans remonter jusqu'à l'antiquité qui ne nous fournit aucune précision sur l'espèce incriminée, si nous considérons la situation agricole de la France depuis l'époque où l'étude de la question des Campagnols a pris chez nous une tournure vraiment scientifique, c'est-à-dire depuis le début du xixe siècle, nous constatons que les invasions ont été nombreuses et redoutables, causant à nos cultures des dégâts qui se sont chiffrés en cent vingt-cinq ans par plusieurs milliards. Nous en citerons pour mémoire quelques-unes, restées mémorables : sans parler de celle de 1792, dont s'émut l'Académie des Sciences, signalons l'invasion de 1801-1802, au cours de laquelle fut employé pour la première fois le gaz sulfureux dans la lutte contre les Campagnols, et qui s'étendit sur les Charentes, la Vendée, et les Deux-Sèvres, et finit par déborder sur le Maine-et-Loire, la Loire-Inférieure et la Gironde : les récoltes furent en grande partie perdues. Les mêmes années on enregistrait une invasion importante en Alsace-Lorraine. En 1816-1817, la Vendée était à nouveau éprouvée, et l'on comptait plus de trois millions de dégâts. Dans le cours du xixe siècle, nous ne voyons pas s'écouler dix ans sans que l'on ait à enregistrer ici ou là dans un des îlots signalés plus haut des pullulations de Campagnols, et nous assistons tour à tour à l'emploi des pièges, du gaz sulfureux et des poisons (pâte phosphorée, noix vomique, strychnine). En 1881-82, la situation prend un caractère d'extrême gravité ; vers 1885, nous les voyons commettre

de gros dommages dans le pays de Caux, puis, après une période d'accalmie relative, nous les retrouvons en 1898-99 dans la Somme, en 1903 dans les Charentes, la Vendée, les Deux-Sèvres, la Vienne, l'Eure-et-Loir, le Loiret, la Marne, la Haute-Marne et le Jura ; c'est au cours de cette invasion que Danysz eut l'occasion de procéder dans les Charentes aux premiers grands essais d'application du virus à la destruction des Campagnols. En 1904-05, l'invasion se généralise et, de l'avis de Danysz, ne touche pas moins d'une quinzaine de départements, notamment ceux du bassin de Paris et de l'Est. De 1905 à 1908, la situation à nouveau s'améliore. 1909 devient le point de départ, par l'Aisne, d'une des plus redoutables pullulations : en 1910, la tache de l'Aisne commence à s'étaler ; en 1911, elle couvre tous les départements de l'Ile-de-France et la Picardie ; en 1912-13, elle s'étend à 23 départements, éprouvant plus particulièrement ceux de l'Est et les Charentes. Les nécessités de la guerre firent passer au second plan la question des Campagnols, tout ce que nous pouvons dire, c'est que l'état d'abandon de beaucoup de terres durant cette période fut un des facteurs importants de la pullulation des Campagnols dans un grand nombre de départements. En 1918, l'invasion s'étend sur la Champagne, le nord de la Bourgogne, la Lorraine, la Franche-Comté, le nord de l'Ile-de-France, la Picardie et commence à gagner la Normandie ; en 1919-20, elle s'étend à toutes les régions libérées et aux départements limitrophes ; plus d'un million d'hectares sont envahis ; de cette date part en réalité la pullulation calamiteuse des Campagnols en Normandie, pullulation d'abord assez localisée, mais qui en 1923 prit un caractère d'extrême gravité et nécessita l'intervention directe de notre service.

Grâce aux renseignements qui nous ont été donnés par les Services agricoles départementaux, nous avons pu délimiter assez exactement la tache du Nord-Ouest ; cette délimitation n'est pas sans importance pour établir la corrélation qui peut exister entre la pullulation du *Microtus arvalis* et la constitution géologique, topographique et agricole du terrain envahi : des renseignements très précis nous ont été fournis à ce sujet pour le Calvados par M. Hediard, directeur des Services agricoles : en 1913-14, 22 000 hectares sont envahis dans l'arrondissement de Caen, celui de Falaise, et les cantons de Bourgéhus, Creuilly, Troarn, Evrecy, Tilly-sur-Seulles, Bretteville-sur-Laize, Ryes, ainsi que dans le pays d'Auge ; en 1916, 10 000 hectares sont ravagés, dans les cantons de Caen (plaine de Caen), Tilly-sur-Seulles et le Nord du canton d'Evrecy; en 1923, les Campagnols se multiplient le long de la côte dans les cantons de Creuily, Douvres et Troarn ; en 1925, on les signale encore dans la plaine de Caen (Douvres et Troarn).

L'Eure n'échappa point à l'invasion de 1911-12, elle eut 25 000 hectares envahis dans la plaine du Neubourg et sur le plateau de Saint-André. En 1921-22, les Campagnols se multiplient activement aux environs d'Etrépagny et des Andelys, et on signale de tous côtés de petites taches isolées ; en 1924, l'en-

semble des terres ravagées est de près de 30 000 hectares, le plateau du Neubourg et la région des Andelys sont les plus touchés ; en 1925, viennent s'y ajouter une vingtaine de mille hectares des cantons de Gaillon, Vernon, Pacy-sur-Eure, Saint-André, Évreux et Fleury-sur-Andelle.

La Seine-Inférieure, que nous avons étudiée plus directement (Pl. VIII), est indiquée par Danysz comme étant un des départements les moins éprouvés par les Campagnols, avec l'Eure, le Calvados, et l'Oise. Les invasions récentes, dont ces départements viennent d'être le siège, nous prouvent que s'il en était ainsi jusqu'à 1911, il n'en est pas de même depuis (1). Nous savons que les Campagnols ont pullulé vers 1885 dans le pays de Caux, mais nous n'avons pas de renseignements précis sur cette tache ; en 1920, 1921 et 1922, les taches se multipliaient au nord et au sud de Rouen, et en 1923 plus de 30000 hectares, étaient envahis, dont, comme on le verra, près de 20000 furent alors traités par nos soins; le centre de cette tache peut être placé dans le canton de Clères, à Bosc-le-Hard ; la tache elle-même s'étendait sur les cantons d'Offranville, Longueville, Dieppe, Buchy, Darnétal, Maromme, Pavilly et Tôtes. En 1924 tout le centre de la tache était réduit, mais la bordure délaissée avait gagné les limites extrêmes des cantons d'Offranville, Bacqueville, Longueville et Dieppe, plus à l'ouest on trouvait un certain nombre de communes éprouvées dans le pays de Caux ; l'invasion portait alors sur une vingtaine de mille hectares, mais elle était loin d'avoir l'intensité de celle de 1924. A l'automne 1925, il nous fallut livrer du virus jusque dans les cantons de Saint-Valéry-en-Caux, Doudeville, Yerville, Yvetot et Duclair. Faut-il en déduire, comme certains auteurs, une tendance des Campagnols à progresser vers l'ouest, nous n'oserions l'affirmer, car dans l'Eure, nous assistons, sur la bordure du département de Seine-et-Oise, à une tendance inverse.

Nous verrons plus loin le parti que l'on peut tirer au point de vue biologique de cette étude des Campagnols dans le temps et dans l'espace. Leur prédominance dans certaines régions n'est pas l'effet du hasard, elle répond à des conditions déterminées et est en fonction directe de la biologie du Campagnol.

(1) D'ailleurs en dehors du cas signalé dans notre introduction, nous trouvons dans l'histoire de la Normandie les preuves de nombreuses invasions de Campagnols depuis le moyen âge jusqu'à la Révolution.

II. — *LE CAMPAGNOL DES CHAMPS EN CAPTIVITÉ*

Matériel d'expériences et d'élevage. Alimentation. Domestication.

La conservation du *Microtus arvalis* en captivité, et surtout son élevage soit en vue d'expériences, soit en vue de l'étude de sa biologie ne sont pas aussi simples qu'on pourrait le supposer ; aussi avons-nous décidé d'y consacrer quelques lignes, afin d'aider les travailleurs et de leur éviter les tâtonnements inévitables en pareille matière.

A notre avis, il est nécessaire de distinguer le matériel d'expériences de celui d'élevage, qui est d'un usage tout différent et doit répondre à des conditions précises. Nous y ajouterons la description détaillée de notre fosse d'élevage et d'expérimentation, qui nous a rendu les plus grands services au cours de nos recherches, et quelques indications rapides sur l'alimentation des Campagnols en captivité et sur leur manipulation dans le laboratoire.

Matériel d'expériences. — Pour conserver des Campagnols en laboratoire, on peut se servir des récipients ou cages employés dans les laboratoires de Bactériologie et de Physiologie pour les Souris blanches (1).

On y utilise des bocaux et des cages. Les bocaux plus souvent dénommés cages en verre, doivent avoir 200 millimètres de diamètre et être munis d'un couvercle en métal perforé et d'un grillage dans le fond, de façon à éviter la souillure des aliments par l'urine, et l'humidité. On donne au Campagnol un peu d'ouate ou de frisette pour se cacher. Nous attachons une certaine importance à l'isolement du fond, à cause de la sensibilité du Campagnol à l'humidité, qui peut fausser des expériences ; de même nous préférons les modèles de bocaux à grand diamètre, parce qu'étant donné la rapidité des mouvements respiratoires, l'accumulation du gaz carbonique dans un récipient insuffisamment aéré, met le Campagnol en état d'infériorité physiologique, et peut nuire à la précision des expériences. Nous ne serions pas étonnés que la plus grande rapidité de mort des Campagnols traités avec le virus dans certains laboratoires, soit due à l'emploi de ces hauts bocaux.

Les bocaux sont pratiques, parce qu'ils sont d'un nettoyage facile et rapide. Le couvercle et le grillage doivent être soigneusement flambés après chaque expérience.

Les cages à Souris petit modèle, du type de celles vendues par Poulenc, ont 18 centimètres de haut, 20 centimètres de long, 15 centimètres de large, elles

(1) On voit un bocal et deux petites cages sur la gauche de la photo pl. II.

sont en fer galvanisé, et munies d'un tiroir en tôle galvanisée qui permet de recueillir les fèces, les urines et les déchets de nourriture ; à l'intérieur se trouve une mangeoire également en tôle galvanisée, et à la partie supérieure une porte à ressort, qui se referme automatiquement. La cage est munie d'un porte-étiquette qui permet de noter les expériences en cours. On doit toujours mettre de la frisette, de la paille ou du foin dans la cage, avant d'y placer un Campagnol. Les mailles ne doivent pas avoir plus de 10 millimètres, afin d'éviter les fuites.

Matériel d'élevage. — Pour étudier la biologie du Campagnol, il faut un matériel assez important, de façon à pouvoir séparer des couples et disposer en même temps de nombreux individus, pour multiplier les expériences.

S'il est possible de maintenir assez longtemps des Souris et des Rats blancs dans des cages en bois grillagés, il n'en est pas de même pour les Campagnols, qui ne tardent pas à ronger le bois et arrivent à se frayer un passage dans des parois épaisses de 7 millimètres en moins de trois à quatre jours ; il est nécessaire de réduire au minimum les parties de bois ou de les protéger à l'intérieur de la cage par du zinc ou de la toile métallique. Nous nous servons au laboratoire de trois types de cages, de modèles assez particuliers : tous trois nous ont permis d'obtenir la reproduction du Campagnol en captivité, surtout les types II et III. Quant aux types I et II ils sont également recommandables pour l'étude d'autres rongeurs (Voir photo Pl. II pour les trois modèles).

Type I (1).— Les cages de ce type sont conçues de la façon suivante : elles ont 70 centimètres de long sur 40 centimètres de large, et 60 centimètres de haut (2), et sont montées sur pieds de 3 centimètres, ce qui évite l'humidité et permet le nettoyage sous la cage, le bâti est en bois (en hêtre verni) avec le fond garni de zinc, et les côtés en toile métallique galvanisée à mailles de 7 à 8 millimètres, fixée intérieurement après le bâti. La cage est munie de trois portes, deux sur le devant et une grande latéralement : les deux du devant sont placées respectivement en haut et en bas de la partie centrale et ont 20 × 14 centimètres, la porte latérale sert au nettoyage général de la cage et occupe la moitié du panneau, soit environ 35 × 25 centimètres. La petite porte du bas sert à passer la nourriture aux rongeurs ou aux petits nettoyages, celle du haut à les introduire et même à les nourrir, si l'on a affaire à des animaux d'une manipulation difficile, comme les Surmulots ou les Mulots. Les portes sont munies de targettes solides. Il faut avoir soin de bien garnir la cage, en partie du moins, de frisette, de foin ou de paille, de façon à permettre aux rongeurs de s'y instal-

(1) Les cages de ce modèle nous ont généreusement été données par M. Henri Gadeau de Kerville, la seule modification sensible que nous y avons faite est l'adjonction d'une grande porte latérale pour le nettoyage.

(2) Si la cage est destinée uniquement à l'élevage des Campagnols, il n'est pas nécessaire de leur donner cette hauteur : 0m,35 suffisent ; et dans ce cas il est inutile de faire une petite porte en haut. Mais la façon étant la même, le prix de revient n'est pas diminué en proportion de cette dimension.

ler. En outre on a avantage à placer les cages d'élevage sous un appentis ou dans une remise non chauffée l'hiver, pour donner de l'air aux animaux et aussi pour leur éviter les contrastes de température, qui peuvent diminuer leur résistance physique. Même par les grands froids nous perdons moins de Campagnols dehors que dans le laboratoire, à condition que la cage soit bien garnie intérieurement (1).

Type II. — Ce modèle est un perfectionnement du modèle généralement employé dans les laboratoires de Physiologie et de Bactériologie. Il présente l'avantage de pouvoir donner la nourriture, nettoyer la cage, et faire toute manipulation utile sans avoir à déranger les animaux en élevage.

La cage se compose d'un bâti en fer rond, garni de treillages à mailles de 10 millimètres ; ses dimensions sont les suivantes : 80 centimètres de long, 50 centimètres de large et 35 centimètres de hauteur utilisable. Au-dessous de la cage se trouve un tiroir de 2 centimètres de profondeur, mesurant 50 sur 80 centimètres, destiné à recueillir les excréments et les urines. La cage est montée sur quatre petits pieds de 5 centimètres ; elle est munie de trois portes à fermeture automatique par ressort, l'une à la partie supérieure et médiane, les deux autres aux extrémités de la grande face intérieure. La cage est divisée en trois compartiments, soit par des séparations en grillage à mailles de 5 à 6 centimètres, soit par des cloisons en zinc assurant une demi-obscurité favorable dans la case médiane, préalablement remplie de paille, de foin ou de frisette, comme dans les autres modèles. Cette case médiane doit avoir au minimum 50 centimètres de large, les deux compartiments latéraux ayant environ 15 centimètres. La case médiane sert de refuge aux rongeurs et peut être visitée par la porte supérieure, qui doit être assez grande, environ 30 centimètres, pour rendre les manipulations faciles ; elle communique avec les compartiments latéraux, soit par les mailles du grillage, soit dans le second cas, par de petites trappes, actionnées de l'extérieur et permettant d'isoler la case centrale le cas échéant. Ce dispositif a le grand avantage de rendre facile la capture d'animaux très agiles comme les Mulots et les Campagnols, et de pouvoir nettoyer les compartiments latéraux sans craindre qu'ils ne s'échappent.

Pour éviter le gaspillage de la nourriture, le fond des compartiments latéraux est couvert d'une lame de zinc sur laquelle sont posés la mangeoire et l'abreuvoir.

Ce modèle, malgré sa grande taille et son perfectionnement revient seulement au double de la petite cage d'expériences ; il nous a rendu de réels services et nous n'hésitons pas à en préconiser l'emploi.

Type III. — Le troisième modèle convient aux laboratoires sédentaires, car il est fixe; c'est un véritable clapier en ciment dont les cases sont munies d'une

(1) Il ne faut pas nettoyer trop souvent, de façon à ne pas déranger les Campagnols ; à l'air, l'urine s'évapore assez vite, et les excréments sèchent, de sorte que l'on n'a pas à craindre de fermentations dans la cage.

porte formée d'un châssis en fer garni de toile métallique à mailles de 7 à 8 millimètres. Les cases sont construites de façon à pouvoir servir à d'autres animaux, destinés aux expériences du laboratoire, aussi leur donnons-nous les dimensions suivantes : 60 centimètres de largeur sur 60 centimètres de profondeur et 50 centimètres de hauteur. Le fond est très légèrement incliné de façon à permettre l'écoulement des urines, qui pourront être évacuées par une rigole externe si l'on a plusieurs étages de cases et de façon à éviter les suintements dans les cases inférieures (1). Intérieurement on maintient la paille, le foin ou la frisette à l'aide d'une planche de 15 à 20 centimètres de large, mise à force, et percée en bas d'un certain nombre d'encoches (5 ou 6) par où les Campagnols vont et viennent. Cette planche permet en outre de réserver un espace de 10 à 12 centimètres pour placer la nourriture et l'abreuvoir et éviter la souillure de la paille, du foin ou de la frisette par les déchets de nourriture : elle évite de déranger les Campagnols, quand on remplace les aliments. Le clapier doit être bien exposé dans un endroit sec à l'abri des vents dominants et du soleil de midi, qui dessèche trop rapidement la nourriture (2).

Nous obtenons une excellente reproduction des Campagnols dans ces cases en ciment, dont le prix de revient est assez élevé, mais qui sont d'une solidité à toute épreuve.

Ces trois grands modèles de cages, si utiles soient-ils, ne sauraient dispenser des petites cages d'expériences que nous avons décrites en premier, mais nous considérons qu'ils sont indispensables pour poursuivre des recherches de longue haleine et permettre au laboratoire de disposer en toute saison d'un matériel biologique abondant qu'il est à peu près impossible de se procurer dans la nature en été.

Fosse d'expérimentation. — Si les cages précédentes permettent d'élever le Campagnol, d'étudier ses préférences alimentaires et de multiplier les expériences en vue de sa destruction, elles sont insuffisantes pour permettre des observations biologiques de grande envergure, comme la construction des nids, le creusement des galeries, l'attaque des cultures, et la constitution des magasins de réserves. Les observations sur le terrain permettent bien de préciser certains points, mais n'offrent pas toujours les garanties suffisantes pour en déterminer la valeur exacte. Aussi dès le début de nos travaux sur les Campagnols, avons-nous été appelés à rechercher un dispositif qui nous rapproche le plus possible des conditions naturelles et permette au laboratoire même des observations constantes, basées sur des données précises. C'est le modèle de grande taille que nous avons décrit en 1924 sous le nom de cage de plein air, et que nous nommons aujourd'hui fosse d'expérimentation.

(1) Si l'on ne fait pas de rigole, il est préférable d'avoir un fond plat.
(2) Il est facile du reste de mettre le clapier à l'abri de la trop grande lumière, en plantant, à un mètre devant, une rangée d'arbustes, troènes ou fusains.

Ce modèle se compose d'une fosse en ciment armé et d'une superstructure métallique avec panneaux grillagés entièrement démontables. Les dimensions de la fosse sont les suivantes : 3m,50 des quatre côtés, pour obtenir une surface utilisable d'environ 12 mètres carrés, 70 centimètres de profondeur du côté nord, et 80 centimètres du côté sud, de façon à ce que le fond soit un plan incliné d'environ 25 millimètres de pente par mètre pour l'évacuation de l'eau de pluie : celle-ci est assurée par un puisard cylindrique d'un mètre de diamètre et d'un mètre de profondeur, rempli de pierres et de moellons. L'eau de drainage passe dans le puisard par un tuyau de poterie, clos par une grille mobile en tôle perforée, surmontée d'un petit massif de pierres sèches qui évite le colmatage trop rapide de la grille par les particules de terre entraînées.

La fosse est remplie de bonne terre végétale jusqu'à 25 centimètres environ du bord supérieur. Sur ces 25 centimètres, les parois latérales présentent une inclinaison vers l'intérieur d'environ 10 degrés, qui empêche les Campagnols de grimper le long des parois faites en ciment lisse. Pour écarter tout danger d'évasion, le bord supérieur est garni intérieurement d'une bande de zinc de 5 centimètres, également inclinée et faisant un angle aigu avec la paroi. Ce dispositif présente l'avantage de pouvoir utiliser la fosse dans l'avenir pour l'élevage d'insectes aptères et des larves souterraines.

Bien que théoriquement ces précautions soient suffisantes pour arrêter les Campagnols, il est nécessaire de protéger ceux-ci contre les Chats, les Chiens, et autres prédateurs qui ne manqueraient pas de venir les capturer, et en même temps de protéger les semences contre les oiseaux du voisinage ; il faut en outre prévoir les évasions possibles par les chaumes des Graminées, accidentellement versés pour les Campagnols et dont les Campagnols pourraient se servir comme points d'appui, et l'utilisation de la fosse pour l'étude d'autres rongeurs (Rats ou Mulots).

La meilleure protection est une cage assez élevée pour permettre d'y circuler librement, et formée de panneaux mobiles rendant le démontage très rapide. Ces panneaux mobiles sont formés d'un cadre en fer rond, d'environ 15 millimètres de diamètre, et de treillage à mailles de 10 à 12 millimètres et viennent s'appuyer sur des fers cornières boulonnés entre eux et dont la base arrondie se loge dans un tube pris dans le ciment, rendant ainsi la cage solidaire de la fosse par simple emboîtement. Les panneaux sont retenus à la superstructure par des fils de fer, sauf un panneau d'entrée appliqué seulement sur les cornières par un loquet.

Le dessus de la cage est constitué par trois panneaux mobiles, qu'il suffit d'enlever pour pouvoir photographier en plan les travaux des Campagnols : l'armature métallique permet d'édifier au-dessus de la fosse un échafaudage solide, capable de supporter l'opérateur.

Cette fosse d'expérimentation, la première établie en France, installée en 1924 dans le jardin même de la Station grâce à des subventions spéciales de

l'Institut des Recherches agronomiques et de l'Office agricole de la Seine-Inférieure nous a rendu de grands services pour nos travaux sur la biologie du Campagnol des champs, et nous sommes persuadés qu'elle nous en rendra encore pour étudier d'autres animaux. Sa réalisation et son utilisation ne nous ont pas donné de mécomptes : nous pouvions craindre la persistance de l'humidité dans la fosse, par suite du colmatage rapide de la grille du puisard, il n'en a rien été et chaque fois, nous avons pu y laisser nos Campagnols plusieurs mois : ils y ont établi leur nid, leurs magasins, leurs galeries comme dans la nature, et s'y sont reproduits plusieurs fois de suite. Il va sans dire que les 12 mètres carrés de cultures que l'on abandonne à un couple de Campagnols suffisent d'autant moins au bout d'un mois ou un mois et demi, qu'ils se sont reproduits dans la fosse ; il devient nécessaire pour les entretenir de leur distribuer la même nourriture qu'aux individus élevés dans les cages : on leur donne à manger dans un coin de la fosse ; et on remplace les provisions dès qu'elles sont épuisées. Généralement une poignée de grains tous les quatre ou cinq jours suffit : les Campagnols en mettent toujours en réserve une partie, qui, au contact de l'humidité ne tarde pas à germer et leur fournit l'aliment aqueux qui pourrait leur faire défaut et dont nous verrons le rôle en étudiant l'alimentation du Campagnol.

Capture des Campagnols captifs. — Qu'il s'agisse des Campagnols des cages d'élevage ou de ceux de la fosse, il importe pour les expériences de pouvoir les capturer facilement. Leur agilité constitue un obstacle sérieux, qui croît avec la dimension des cages ; nous pouvons y ajouter les morsures, qui, sans être dangereuses, sont toujours à craindre.

Nous ne parlons pas des cages d'expériences, où il est facile de les prendre soit avec des pinces, soit avec de gros gants, soit même directement par la peau du cou.

Pour capturer rapidement un Campagnol dans une cage d'élevage nous plaçons dans un coin de la cage un petit bocal, et dérangeons la paille, la frisette ou le foin, où il se cache ; voyant un trou il ne tarde pas y à entrer et reste prisonnier dans le bocal ; on le capture sans le toucher.

Dans la fosse, il faut avoir recours aux pièges ; nous nous servons de bocaux en verre (genre bocaux à cornichons) que nous enfonçons dans le sol sur le trajet de plusieurs galeries principales, et dans les endroits les plus fréquentés par les Campagnols. Dans le fond des bocaux nous mettons un peu de frisette, pour éviter au Campagnol captif, pendant la nuit, par exemple, le séjour au froid et surtout à l'humidité, en cas de pluie la nuit. En trois jours, nous réussissons généralement à capturer tous les Campagnols de la fosse, et dès la première nuit, les deux tiers sont pris. Pour s'assurer qu'il n'y reste plus d'habitants, après avoir fait les observations voulues, on bouche les trous ; si dans les vingt-quatre heures, aucun n'est rouvert, c'est que tous les Campagnols sont pris, à

moins que le nid n'abrite une très jeune portée : dans ce cas celle-ci serait sacrifiée, on la retrouverait en retournant le terrain.

Lorsqu'on veut étudier le réseau souterrain du Campagnol, on a avantage à laisser dans la fosse un individu, qui se charge de rouvrir les galeries qui pourraient s'ébouler pendant les travaux de déblaiement, nous avons pu ainsi mettre à jour des galeries profondes que nous ne soupçonnions pas.

Nourriture des Campagnols captifs. — Il n'est pas indifférent de connaître la nourriture qui convient le mieux aux individus captifs. Si le Campagnol mange volontiers des grains, avoine surtout, il ne s'ensuit pas que cette alimentation suffise, nous en verrons les raisons plus tard ; il est nécessaire de lui fournir de temps en temps, et notamment dans la période d'activité sexuelle des aliments aqueux, qu'ils trouvent en abondance dans la nature. C'est ainsi qu'on doit lui donner des herbes fraîches, de la Betterave fourragère, des Composées (Laiteron, Séneçon). Il suffit en hiver, pour en avoir facilement sous la main, de faire germer de l'avoine sur du sable humide dans le laboratoire.

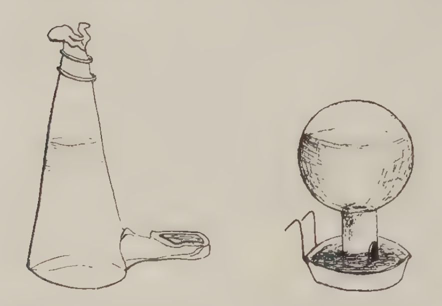


Fig. 7. — Types d'abreuvoirs pour Campagnols.

En outre il est nécessaire de leur donner à boire dans un petit abreuvoir. La forme de celui-ci n'est pas indifférente : si l'on emploie une vasque, elle ne devra pas être profonde, les petits pouvant s'y noyer : il nous est arrivé d'en perdre ainsi plusieurs fois avec des abreuvoirs de 5 centimètres de profondeur. Il faut mieux se servir d'abreuvoirs à oiseaux, dits canaris (fig. 7) ; le canari à boule est préférable au canari conique tout en verre, en effet lorsque celui-ci vient à être vide, il n'est pas rare de voir le Campagnol y pénétrer et y rester prisonnier ; fréquemment même le premier Campagnol y est suivi par un second, puis quelquefois par un troisième, au bout de peu de temps tous ne tardent pas à mourir aphyxiés. Cet accident est très fréquent avec des Campagnols non habitués à ces abreuvoirs, il nous est arrivé un matin d'en perdre ainsi quatorze dans trois cages : six étaient asphyxiés dans un canari, et quatre dans les autres ; nous eûmes même beaucoup de peine à sortir les cadavres du récipient. Avec les canaris à boule, dont le col très étroit aboutit dans un petit abreuvoir, cet inconvénient n'existe pas. C'est là un point de détail qui a son importance dans les élevages.

Domestication du Campagnols. — On a quelquefois avantage pour certaines manipulations à avoir sous la main des Campagnols dociles ; c'est le cas notamment lorsqu'on veut s'en servir pour des photographies ou une prise de film.

Quoique d'un naturel très sauvage, le Campagnol s'apprivoise assez facilement surtout s'il est pris jeune ; on peut alors le garder dans la main, le placer sur une table et l'examiner sans avoir à craindre d'être mordu ou de le voir s'enfuir. Il faut moins d'un mois pour apprivoiser des Campagnols : il suffit de les avoir constamment dans le laboratoire, de bien les nourrir, de ne pas leur mettre trop de foin ou de paille pour se cacher, et surtout de les prendre l'un après l'autre pendant quelques minutes, une ou deux fois par jour ; on les habitue petit à petit au contact de la main, en les maintenant d'abord par la peau du cou pour éviter les morsures, puis on les caresse sur la tête ; au bout de peu de temps, les Campagnols viennent boire à la pipette qu'on leur présente et manger la tranche de betterave ou le morceau de pain qu'on leur offre.

Le Campagnol manifeste son mécontentement par de petits cris qui sont d'autant plus aigus qu'il est plus furieux : il faut alors s'en défier, car il n'hésite pas à vous mordre sournoisement.

Comment pourvoir le laboratoire en Campagnols. — Toutes les époques de l'année ne sont pas également favorables pour se procurer des Campagnols et il importe de ne pas laisser échapper l'occasion favorable; il nous a fallu pour nos expériences un nombre considérable de Campagnols, nous savons donc mieux que personne les difficultés qu'on rencontre pour en capturer à certains moments et nous mettons en garde les laboratoires contre cet inconvénient.

Deux circonstances favorisent la capture des Campagnols : la moisson et les labours. Sous les gerbes de blé, au moment de leur enlèvement on trouve de nombreux Campagnols, qu'il est facile de capturer à la main. (Pour éviter les morsures, il suffit de mettre un gant de peau.) De même derrière la charrue, au moment des labours, on trouve dans les nids retournés des familles entières de Campagnols, que l'on capture dans les mêmes conditions : il n'est pas difficile de prendre une centaine d'individus en quelques heures dans les champs ravagés. Les labours d'automne sont les plus favorables, ceux d'hiver sont moins bons, quant à ceux de printemps, ils ne donnent qu'un nombre très réduit d'individus, ceux-ci ne vivant plus groupés comme pendant l'automne.

Pour rapporter les Campagnols au laboratoire, nous nous servons d'une grande boîte à botanique, dans laquelle nous mettons le foin de quelques nids retournés ; la mortalité pendant le voyage est très faible. A défaut de boîte à botanique, on peut utiliser une petite caisse ordinaire, garnie intérieurement de zinc.

Comment répartir dans les cages les Campagnols captifs. — La distribution des Campagnols dans les cages n'est pas indifférente, si l'on veut éviter une forte mortalité. De septembre à décembre la chose a moins d'importance, parce que les Campagnols sont normalement en période de repos sexuel, et qu'ils se supportent assez facilement si l'on a soin de leur donner à manger et à boire en quantité suffisante. Nous avons pu en conserver ainsi à cette époque jusqu'à

vingt-cinq, trente, et même davantage dans une même cage. Toutefois, il est prudent de ne pas faire de mélange entre les différentes cages. L'expérience nous a montré que s'il est possible, au retour de la chasse, de les répartir, dans les cages d'élevage, sans s'occuper de leurs affinités familiales ou sexuelles, l'opération n'est pas sans présenter de risques, lorsque la répartition est faite depuis quelques jours : il s'ensuit fréquemment des batailles qui entraînent la mort d'un certain nombre de Campagnols.

Dès qu'arrive le moment de reprise de l'activité sexuelle, normalement en janvier, les couples ont tendance à se former et à s'isoler ; les batailles entre individus d'une même cage se multiplient, et au printemps leur nombre se trouve considérablement réduit : il n'est pas rare, fin février, de ne plus avoir qu'un mâle avec deux ou trois femelles dans une cage contenant dix à quinze Campagnols en décembre ; en mars, les parents se chargent d'éliminer les autres femelles dans le but probable de protéger leur progéniture.

Pour obvier à cet inconvénient, il faut à la fin de décembre isoler des couples et si l'on manque de cages, séparer le reste des mâles et des femelles. Dès qu'un couple a des petits depuis deux mois, il faut à leur tour les séparer des parents, si l'on veut éviter des batailles sanglantes. Cette précaution devient généralement inutile à partir du mois de juillet-août (1). On voit par là, qu'il est nécessaire de disposer d'un nombre assez important de cages pour pouvoir poursuivre ses recherches.

(1) Nous avons pourtant obtenu des petits fin septembre.

III. — *BIOLOGIE DU* MICROTUS ARVALIS

1. Le développement du Campagnol des champs. Accouplement. Gestation. Multiplication. Croissance. Longévité.

Accouplement. — Ainsi que nous l'avons déjà signalé, la période de repos sexuel s'étend depuis l'époque de la moisson, en Normandie fin d'août, jusqu'au mois de janvier. On trouve bien çà et là quelques portées de jeunes à l'automne, mais, à notre avis, c'est exceptionnel, du moins sous notre climat normand. En captivité où le Campagnol est à l'abri des intempéries, la reprise d'activité sexuelle se fait en décembre et ceci explique que nous puissions avoir des petits vers le 15 janvier. Dans la nature, on constate une tendance très nette à la dispersion en janvier, il suffit de faire des labours à cette époque : on ne voit plus de ces groupements de Campagnols, comme pendant les labours d'automne ; les couples se forment, les mâles se livrent entre eux à des batailles pour la possession des femelles, et il n'est pas rare dans les nids d'en rencontrer qui soient à demi dévorés, exactement, en somme, ce que nous avons constaté dans nos cages d'élevage à la même époque. Nous verrons plus tard le parti que l'on peut tirer de ces observations pour déterminer l'époque la plus favorable aux traitements (1). De temps en temps on voit un mâle s'isoler avec deux femelles, mais un jour ou l'autre une des deux femelles disparaitra.

L'accouplement, comme chez beaucoup de rongeurs, peut avoir lieu aussitôt après la mise bas des petits, sans qu'il influe sur la lactation de la mère. Dans nos cages, il semble que l'accouplement ait généralement lieu huit à dix jours plus tard ; la date exacte est du reste assez difficile à déterminer. L'accouplement entre parents et enfants et notamment entre le mâle et un de ses petits, et à *fortiori*, entre les jeunes d'une même portée est très fréquent. Il ne semble pas que la consanguinité gêne la multiplication.

Gestation. — La femelle porte une vingtaine de jours; la détermination exacte de la gestation nécessite l'isolement d'un grand nombre de couples ; étant donné la difficulté d'observer l'accouplement, il est difficile de la préciser d'une façon plus absolue.

Multiplication. — Le nombre et l'importance des portées semblent varier avec l'âge des parents, et il est probable qu'elle varie avec les individus.

(1) Cette époque, pour l'emploi du virus notamment, est sans aucun doute celle du repos sexuel ainsi que nous avons eu l'occasion de l'exposer dans une note présentée à l'Académie d'Agriculture (1926).

La moyenne est de cinq à six petits, et de quatre à cinq portées par an; mais ces chiffres peuvent être portés à onze pour le nombre des petits ainsi que nous l'avons pu constater au laboratoire, et à six pour les portées des femelles âgées de plus d'un an. Les petits sont en état de se reproduire à l'âge de deux mois à deux mois et demi. Le pouvoir prolifique des Campagnols est connu depuis longtemps ; sans en méconnaître l'importance, nous croyons cependant que l'on en a quelque peu exagéré l'étendue. Certains auteurs en ont déduit des chiffres fantaisistes, qui, à notre avis, ne correspondent en rien à la réalité. En matière de biologie, il est bien difficile de donner aux chiffres une rigueur mathématique ; des conditions diverses et nombreuses, que nous essaierons de dégager à la fin de la première partie de ce travail, interviennent dans le développement des êtres, et fort heureusement malgré la soudaineté (relative) des pullulations de Campagnols, la multiplication d'un couple n'a pas la rapidité foudroyante que ces auteurs lui attribuent, en lui donnant des descendances de quatre et cinq mille individus par an. Le danger est suffisant tel qu'il existe, il est inutile de l'exagérer : nous allons l'expliquer.

Prenons un couple étudié au laboratoire, et nous basant sur les résultats acquis suivons sa descendance et celle des petits ; en gardant comme base six petits et six portées, avec une répartition égale des sexes en moyenne (1), nous obtenons la descendance suivante : (*se reporter pour le détail au tableau annexé*).

Fig. 8. DESCENDANCE D'UN COUPLE DE CAMPAGNOLS

MOIS	1re GÉNÉRATION PORTÉES		2e GÉNÉRATION (×3) I	II	III	IV	V	3e GÉNÉRATION (×9) Ia	Ib	IIa	IIIa	4e GÉN. (× 27) Iaa	Totaux
Janvier	I	6											6
Février	II	6											6
Mars.......													
Avril	III	6	18a										24
Mai........	IV	6	18b	18a									42
Juin					18a			54aa					18
Juillet	V	6	18	18					54				150
Août					18	18		54		54			144
Septembre..	VI (?)	6	18	18	18	18	?		54		54	162	348
Octobre ... Novembre .. Décembre...	Période de repos sexuel : groupement des Campagnols (époque favorable aux traitements.)												
Totaux ..		36	72	54	54	36		108	108	54	54	162	738

(1) Cette proportion nous donne ainsi 3 ou un multiple de 3, soit $3 \times 6 = 18$ à la première génération, $9 \times 6 = 54$ à la seconde génération, $27 \times 6 = 162$ à la troisième génération, etc.

Les chiffres romains (I, II etc.) indiquent les portées, les lettres (*a*, *b*) permettent de suivre l'évolution de chacune d'elles, I*a* étant issue de I, et I*aa* de I*a*.

	Parents 15 janvier, fin février, début d'avril, mai, juillet, septembre.	=	36
I.	Petits de janvier ....avril, mai, juillet, septembre.	=	72
II.	Petits de février fin ....mai-juin, juillet, septembre.	=	54
III.	Petits d'avril ....juin, juillet, septembre.	=	54
IV.	Petits de mai ....juillet, septembre.	=	36
V.	Petits de juillet..	=	?
I*a*.	Petits des petits d'avril..........................fin juin, août.	=	108
I*b*.	— de mai ....juillet, septembre.	=	108
II*a*.	- de fin mai-juin ....août.	-	54
III*a*.	— de juin ....septembre.	=	54
I*aa*.	Petits de I*a* de juin ....septembre.	=	162
	On arrive ainsi à un total général de..................................		738

On voit par le tableau ci-joint qu'un couple peut donner naissance à quatre générations, mais que cette dernière génération n'est normalement en état de se reproduire qu'au début de l'année suivante. Malgré leur ampleur ces chiffres sont loin de ceux qu'on peut lire. D'autre part, si l'on admet que le nombre des descendants du couple initial peut aller, dans des circonstances extrêmement favorables, jusqu'à 800 individus par an, il ne faut pas oublier d'autre part qu'un grand nombre de reproducteurs sont détruits au cours de l'année soit par des prédateurs, soit par des maladies. Donc en évaluant de 150 à 200 la descendance réelle d'un couple de Campagnols, nous croyons être assez près de la vérité. A raison de 50 couples à l'hectare au début de l'année, cela nous fait 7 à 10 mille Campagnols à l'hectare après la moisson ; ce chiffre est éloquent : il nous prouve qu'il suffit de moins de deux ans pour déchaîner sur un territoire une « invasion » de Campagnols si les circonstances sont favorables, et cela avec quelques couples. Cette prolificité nous explique la soudaineté des invasions, et la valeur qu'il faut attacher à de soi-disant déplacements des Campagnols. On peut dire que *tout couple de Campagnols porte en puissance une invasion.*

Croissance. — Lorsque les petits viennent au monde, ils sont entièrement nus (1) et de couleur rose, les paupières et les oreilles sont closes, la partie inférieure du corps est légèrement arquée avec les pattes et la queue ramenées sous le ventre ; ils ont 22 à 23 millimètres, pèsent 1gr,5 à 1gr,8, et font entendre de petits cris, lorsqu'on les touche. Il n'est pas rare dans une même portée de trouver un jeune beaucoup plus fort, parfois du double des autres.

Les petits cessent d'avoir cette forme arquée, caractéristique des embryons dès le second jour. Les poils percent à partir du quatrième jour, et au bout de six jours recouvrent entièrement le corps ; ils sont gris clair sur le dos et blancs sous le ventre ; le méat auditif s'ouvre vers le cinquième jour, et les yeux vers le huitième ou le neuvième jour.

Les petits quittent quelquefois le nid avant même de voir clair, ils com-

(1) On voit juste sur leur museau les premiers poils des moustaches.

mencent à manger bien avant le sevrage, mais ne s'éloignent jamais du nid. En cas de danger les petits se suspendent aux mamelles de la mère et se laissent traîner loin du nid sans résistance ; la mère les ramène au nid de la même manière, sans en oublier aucun ; si un petit vient à s'égarer, elle le rapporte entre ses dents, comme le font les chattes. Ces observations, déjà signalées par Brehm, et par Martelli pour le *Pitymys savii*, nous ont été confirmées par des cultivateurs du département de l'Eure.

Le sevrage a lieu entre le quinzième et le dix-huitième jour ; les petits à cet âge sont devenus déjà très actifs, mais semblent se contenter de circuler dans les galeries sans s'aventurer à l'extérieur, ce n'est guère que vers l'âge de deux mois qu'on les voit sortir sur le terrain.

D'après nos élevages, le Campagnol met environ soixante-dix jours pour arriver à son poids normal : si nous prenons la moyenne pour une famille, nous trouvons au bout de dix-huit jours 6 grammes (5 à 7 gr.) de trente-six jours 15 à 16 grammes, de soixante-dix jours 25 grammes. Le pelage d'abord gris cendré prend, dès le deuxième mois, une teinte fauve de plus en plus accusée. Somme toute, le Campagnol a tous les caractères de l'adulte vers l'âge de deux mois et demi, nous avons vu plus haut qu'à cet âge il était en état de se reproduire. Avec une certaine habitude, il est possible de différencier les jeunes des parents pendant plusieurs mois encore, le pelage restant plus lisse et légèrement plus clair.

Il est à peu près impossible dans le jeune âge de distinguer les mâles des femelles, sans un examen attentif des organes génitaux externes.

Longévité. — Tous les auteurs sont d'accord pour évaluer de deux à trois ans la vie des Campagnols. Nous croyons ces chiffres applicables au *Microtus arvalis*, que nous avons pu garder deux ans en captivité. Cette courte durée de l'existence n'est pas sans importance pour expliquer leur disparition rapide des champs ravagés, quand les circonstances deviennent défavorables à leur multiplication.

2. La vie souterraine du *Microtus arvalis*.

Comportement dans le sol. Trous et sentiers. Galeries, nids et magasins. Hygiène de l'habitation. Influence du milieu, et des conditions atmosphériques.

Adaptation à la vie souterraine. — Le Campagnol passe la plus grande partie de sa vie dans le sol, il n'en sort que pour chercher sa nourriture, ou pour aller s'installer ailleurs. Si nous considérons l'animal en lui-même et si nous nous en référons a notre premier chapitre, nous le voyons merveilleusement

adapté à la vie souterraine : la puissance des muscles peaussiers de la partie antérieure du corps, les pattes fouisseuses, le museau arrondi, la forme allongée du corps avec la queue et les oreilles courtes, favorisent la circulation dans les galeries et lui permettent de courir beaucoup plus rapidement que sur le sol nu, c'est ce qui explique l'établissement à l'extérieur de sentiers ou coulées, ceux-ci constituant des pistes en même temps d'ailleurs que des points de repère (1).

Au point de vue physiologique, nous avons vu que le Campagnol était étroitement adapté à la vie de microcavernicole : odorat et ouïe très développés, yeux relativement petits, respiration accélérée et résistance à l'asphyxie dans le sol.

Comme les espèces voisines, le *Microtus arvalis* creuse dans le sol des excavations plus ou moins profondes, dans lesquelles il établit son nid et ses magasins de réserves, ainsi que de nombreuses galeries formant un réseau très compliqué, qui met en communication les excavations entre elles et avec l'extérieur, où elles débouchent par des trous circulaires, pour être prolongées à la surface du sol par des sentiers plus ou moins longs, conduisant aux cultures attaquées.

L'étude de ce réseau et la façon dont le Campagnol l'établit vont nous éclairer sur sa vie : si beaucoup de points en sont déjà connus, nous verrons cependant qu'il importait d'en préciser bien des détails et pensons y être parvenus grâce à la corrélation de nos observations dans la fosse d'expérimentation avec celles sur le terrain.

Comme préface à cette étude de la vie souterraine du Campagnol, nous allons voir d'abord comment elle se manifeste à l'extérieur.

Trous et sentiers. — Le travail se manifeste sur le terrain par de nombreux trous, de petits monticules de terre granulée, provenant du creusement des galeries et surtout des excavations, et des chemins battus plus ou moins encaissés.

Les trous sont répartis très irrégulièrement, ils correspondent à autant de débouchés de galeries (2) et permettent à l'animal de rentrer et de sortir de son habitation en se découvrant le moins possible. Ils sont ouverts dans toutes les directions, mais correspondent en général à un besoin de sécurité, et c'est pourquoi ils sont plus nombreux dans les endroits où le Campagnol peut les dissimuler, par exemple sous les meules, les moyettes, les herbes sèches des talus et des jachères, de même les pierres plates, les planches abandonnées sur le sol, les troncs d'arbres abattus, les débris de paille, les mauvaises coupes des moissonneuses qui, laissant couchées sur le sol des tiges de céréales, cachent souvent des débouchés de galeries (3). Nous avons constaté qu'il suffisait de

(1) Nous pouvons signaler aussi la coloration du pelage, qui les confond avec le terrain. Nous avons noté plus haut les variations qu'il peut subir dans les terrains crayeux.

(2) On trouve quelquefois des trous qui se terminent en cul-de-sac, il s'agit d'amorces de galeries creusées de l'extérieur et qui ont été abandonnées.

(3) Nous trouvons du reste la même tendance à cacher l'entrée de leurs nids chez les autres Microtinées et chez les Murinés en général, dont il est quelquefois difficile de déceler la présence des trous fréquentés.

mettre une poignée de fourrage ou de paille dans un carré envahi pour provoquer, dans l'espace d'une nuit et sous le tas même, des trous en liaison ou non avec l'habitation du Campagnol. Le groupement des Campagnols sous les moyettes au moment de la moisson nous fournit à cet égard un exemple caractéristique : nous les voyons au bout de cinq à six jours non seulement installés, mais y faire des magasins de grains arrachés aux gerbes, et même parfois y construire un nid. Cette tendance à rechercher le couvert n'est pas sans importance au point de vue des traitements pour la répartition des appâts : des expériences à cet effet ont été conduites dans l'Eure par M. Goimard, professeur d'agriculture et, sur notre conseil, en Seine-Inférieure.

La densité des trous varie, avec les terrains, les cultures attaquées, et surtout avec le degré de pullulation des Campagnols. Dans une terre en friches, un chaume de blé, ou une prairie artificielle (Trèfle, Luzerne ou Sainfoin), leur proportion au mètre carré peut être considérable, on les y trouve parfois les uns à côté des autres et le sol s'enfonce sous les pas : pendant les grandes pullulations, comme celle de 1923 dans le canton de Clères, on peut en compter 15 à 20 au mètre carré, ce qui donne environ 150 000 trous à l'hectare en moyenne. Nous avons calculé qu'un couple de Campagnols pouvait en un mois ouvrir 35 à 40 trous dans un espace de 10 mètres carrés, mais tous ne sont pas également fréquentés, certains même sont abandonnés, d'autres ne sont que des amorces.

Les trous sont creusés de l'intérieur ou de l'extérieur des galeries. Ceux creusés par des jeunes ont une section moins régulière que ceux creusés par de vieux Campagnols, comme Martelli l'a remarqué pour *Pitymys savii*. Leur forme et leur diamètre sont assez variables ; ils sont généralement subcirculaires, et leur diamètre n'est pas inférieur à 25 millimètres ; ils peuvent être beaucoup plus grands, quand ils marquent l'aboutissement de plusieurs galeries.

Des trous partent généralement des sentiers ou coulées, plus ou moins sinueuses, quelquefois droits sur plusieurs mètres, et qui conduisent aux cultures ou relient entre eux les différents trous. On voit très nettement ces coulées à l'automne dans les prairies naturelles et artificielles, et en bordure des champs de céréales en vert. Souvent partent des trous deux sentiers principaux parfois trois creusés dans les déblais : ces trous à plusieurs sentiers mènent souvent à des excavations principales.

Dans les champs de céréales en vert, même à l'automne, les sentiers sont à peine marqués.

On reconnaît qu'un trou est fréquenté, et ceci a son importance pour les traitements, à ce que la terre porte des grattis frais, qu'il y a à l'entrée des débris de végétaux fraîchement coupés ou des crottes fraîches. Dans les périodes de pluie ou de neige, il est parfois difficile de discerner la fréquentation des trous, mais si les Campagnols sont très abondants, on peut cependant s'en rendre compte au bout de quelques jours de beau temps. Pour déterminer exactement

la proportion des trous fréquentés, on procède comme pour les Taupes : on bouche tous les trous, et on note ceux qui sont rouverts dans les huit jours qui suivent ; on évite ainsi de traiter des coins qui sont entièrement débarrassés des Campagnols. Cette pratique est à recommander dans les jardins et dans les cultures d'une faible étendue,ou en grande culture pour éteindre de petites taches.

Les sentiers dans les endroits couverts sont quelquefois très excavés, et constituent de véritables galeries ouvertes : il s'agit généralement de sentiers mettant en communication des galeries très fréquentées ; les Campagnols y circulent avec une grande rapidité, la terre et les herbes tassées sous leurs pas par leurs allées et venues continuelles facilitent leur course.

Les galeries. — Si on trouve dans l'habitation du Campagnol un système de galeries assez constant, on ne saurait dire qu'il correspond à un plan déterminé : la construction des galeries est en fonction des terrains et des cultures attaquées ; elles se croisent, montent et descendent, et ont une forme et une longueur éminemment variables.

On peut distinguer les *galeries d'attaque*, conduisant souterrainement aux cultures ravagées, et dont les sentiers sont la prolongation, quelquefois très longues, et creusées à une profondeur variable, souvent horizontales, et généralement placées dans la couche superficielle du sol, à quelques centimètres de la surface ; et les *galeries d'habitation*, sortes de couloirs s'entrecoupant et mettant en communication le nid avec les chambres de repos, les chemins de fuite (1), les magasins et les galeries d'attaque.

Cet ensemble constitue un véritable labyrinthe qui permet au Campagnol d'échapper à ses ennemis sans être vu, et de faire des déplacements assez importants sans avoir à circuler à découvert, autrement que pour prélever sa nourriture dans les cultures. Nous devons toutefois faire remarquer que contrairement à ce qu'on pourrait penser, le réseau d'attaque n'est pas forcément relié souterrainement au réseau d'habitation. C'est ainsi que fréquemment l'on voit dans des champs de céréales en automne et pendant l'hiver des trous très fréquentés avec des grattis et des déblais plus ou moins importants qui ne correspondent à aucun nid ; celui-ci pourra se trouver dans le champ de trèfle, la luzernière ou le talus voisins. Si l'on ouvre ces galeries, on constate que ce sont en partie des galeries superficielles, parfois assez développées, qui offrent de nombreux débouchés et permettent à l'animal d'opérer ses ravages avec le maximum de sécurité ; si nous observons les Campagnols qui fréquentent ce réseau secondaire, nous constatons qu'en effet ils ne font à découvert dans le champ que des incursions courtes et s'en vont consommer tranquillement dans les galeries les provisions faites.

(1) Certains auteurs nomment ainsi des galeries assez profondes, qui mettent en communication directe l'habitation avec l'extérieur, où elles débouchent dans un endroit couvert. Nous n'avons pas jugé utile de distinguer ces galeries des autres galeries d'habitation, avec lesquelles elles se confondent.

Dans ce cas les galeries d'attaque sont creusées de l'extérieur ; ce n'est que peu à peu que le Campagnol étend son réseau en direction de son habitation, en creusant des galeries profondes. Il nous a été possible de suivre dans notre fosse d'expérimentation le raccordement des deux systèmes. Nous y reviendrons plus loin.

Pour ce qui concerne la forme des galeries, il ne semble pas qu'elle soit indifférente ; les Campagnols, ainsi que nous l'avons dit plus haut, sont très sensibles à l'humidité ; or on est frappé lorsqu'on ouvre des galeries et des nids après une période de grande pluie, de voir combien ceux-ci sont secs, lorsqu'ils sont habités. La protection contre l'humidité tient, à notre avis, à une double cause : la façon dont sont établies les galeries et excavations profondes et l'activité des Campagnols. Les galeries d'habitation, notamment, qui sont les plus importantes pour le Campagnol et ses petits, outre qu'elles peuvent descendre profondément, si le sol le permet (1) sont sinueuses et accidentées, et présentent des coudes brusques, des pentes et des contre-pentes, qui ne sont pas sans jouer un rôle important pour l'assainissement de l'habitation. D'autre part, les Campagnols s'efforcent d'enrayer la pénétration de l'eau dans leurs galeries, en y travaillant sans cesse à en étendre le réseau dans la partie la plus favorable du sol ou en rejetant à l'extérieur sous forme de déblais de la terre humide ; en outre leurs allées et venues constantes arrivent à donner aux galeries une certaine étanchéité par le tassement des parois.

La nature des cultures influe également d'une façon très sensible sur l'organisation souterraine des Campagnols ; il n'y a aucun doute que les façons culturales les obligent à refaire une partie de leur réseau souterrain et quelquefois même bouleversent toute leur organisation, c'est le cas notamment des champs de Betteraves, la question de préférences alimentaires étant mise à part ; il en résulte que naturellement les Campagnols ont tendance à s'établir dans les prairies, les jachères, et les talus où ils se trouvent plus à l'abri des bouleversements : ils gagnent ensuite de proche en proche les cultures voisines, et notamment les champs de céréales, au fur et à mesure du développement d'intensité de leur pullulation. Ceci nous explique la génèse de bien des invasions et le rôle des friches ; nous verrons du reste plus loin que cette condition physique n'en est qu'un des facteurs, mais pas un des moindres.

Le nid. — La disposition des nids varie avec les saisons et la nature du terrain. Les renseignements que nous avons recueillis auprès des agriculteurs concordent sur ce point en partie seulement avec ceux donnés par beaucoup d'auteurs. Les Campagnols, d'après BREHM, établissent pendant l'été leur nid en surface au milieu de touffes d'herbes ou de roseaux ; cette situation, dit TROUESSART, a pour but d'assurer plus d'air aux petits. Pour ce qui concerne le

(1) Dans l'Eure, où la couche d'humus est très profonde, nous avons rencontré des galeries à plus de $0^m,60$ de profondeur, par conséquent hors d'atteinte de la charrue.

Campagnol des champs, nous pensons que si le fait se produit, il est loin d'être général et subordonné en tout cas à certaines conditions ; les cultivateurs rencontrent bien en moissonnant çà et là quelques nids, mais la plus grande partie est dans le sol : le Campagnol n'établit son nid en surface que pendant l'été, et sous un couvert abondant, c'est ce qui explique qu'on puisse en trouver dans les meules et sous les moyettes.

Normalement le nid est souterrain (Voir photos pl. III), il est sphérique et formé d'herbes sèches en couche serrée à l'extérieur et en paille hachée à l'intérieur. Il est placé dans une excavation plus ou moins profonde, de 8 à 10 centimètres de diamètre creusée sur le trajet d'une galerie principale, et dont les parois battues assurent une certaine étanchéité. Pendant la belle saison, le nid est généralement dans la couche superficielle du sol, entre 5 et 15 centimètres de profondeur suivant les terrains : ce sont ces nids que l'agriculteur met à découvert en labourant ses champs à l'automne, et qui lui permettent de faire de véritables hécatombes de Campagnols. Les nids d'hiver semblent être d'une façon générale beaucoup plus profonds ; nous avons vu qu'à partir de janvier les Campagnols avaient tendance à se disperser et les couples à se former ; il est possible qu'à cette époque ils cherchent à se mettre à l'abri du froid et de l'humidité en gagnant des couches plus profondes ; c'est ce que nous avons observé dans l'Eure. Nous y avons vu notamment des galeries très profondes à pente extrêmement accentuée dont nous n'avons pu suivre le trajet complet, mais qui semblent bien indiquer que les nids d'hiver peuvent être très profonds, puisque nous n'en trouvions plus d'habités dans la couche superficielle du sol, devenue très humide par suite des pluies persistantes. Certains observateurs nous ont dit, qu'ils avaient constaté au voisinage des nids, ces galeries à descente brusque, et que leur rôle était de permettre l'écoulement facile des eaux et d'empêcher, en jouant comme drains, l'humidité dans le nid. Il ne nous a pas été possible de vérifier cette observation à cause des terrassements que cette recherche aurait entraîné dans la région où nous travaillions. Ce que nous pouvons dire, c'est que les nids habités d'une façon générale, sont parfaitement secs même en hiver, qu'ils sont établis profondément et que fréquemment à cette époque nous avons rencontré des galeries profondes de descente.

Le nid de surface, dit Trouessart, ne présente qu'une seule entrée, à laquelle aboutissent des coulées dans les herbes. Le nid souterrain a, au contraire, plusieurs débouchés placés à des niveaux divers et ne paraît communiquer directement avec l'extérieur que par une galerie courte de 30 à 50 centimètres, par laquelle semble être rejetée la plus grande partie des déblais provenant du creusement de l'excavation nidulaire. Toutes les autres galeries (3 à 5) partent du tour du nid, et communiquent avec d'autres galeries menant aux magasins, ou aux galeries d'attaque, de sorte que quel que soit le trou par lequel rentre le Campagnol, il parvient toujours très rapidement à regagner son nid, où il se tient de préférence pendant la journée.

La température qui règne à l'intérieur du nid habité est assez élevée, les déperditions de chaleur étant rendues très faibles par la construction même du nid et par sa fréquentation assidue. En effet les Campagnols ont soin de s'y enfermer au milieu de la paille qu'ils hachent avec leurs incisives, et s'y tiennent une grande partie de la journée ; quand ils le quittent, ils ont soin d'en boucher les issues, à la manière d'autres rongeurs.

Le nid est habité normalement par un couple et les petits de la dernière portée ; il semble toutefois qu'à l'automne, au moment de la période de repos sexuel, le nid devienne plutôt une chambre d'habitation commune, dans laquelle des individus de plusieurs familles se groupent ; nous ne pouvons expliquer autrement les chiffres de 18, 20 et même 24 Campagnols, trouvés dans un même nid (par exemple dans l'Eure) ; il y a sans aucun doute dans ce cas cohabitation d'individus provenant de portées différentes, issues ou non du même couple, et qui se rassemblent au moment de l'arrivée des premiers froids. Ils s'y blottissent en se serrant les uns contre les autres : cette constatation n'est pas sans importance pour le succès de la lutte par les maladies bactériennes.

Extérieurement, l'emplacement du nid se manifeste non pas par une plus grande densité des trous, mais plutôt par l'importance des déblais rejetés par la galerie d'évacuation, signalée plus haut. A l'automne, il est quelquefois possible de repérer cet emplacement approximativement, mais en hiver il faut avouer que, lorsque la pluie ou la neige ont passé pendant plusieurs semaines sur le terrain, il est bien difficile de le déterminer à coup sûr : les déblais au bout de peu de temps sous l'action de l'eau, se confondent avec la terre avoisinante, et si ce n'est la fréquentation plus grande de certains trous, l'intensité des dégâts aux alentours immédiats et la présence de crottes fraîches et d'herbes fraîchement coupées rien n'indique que les Campagnols habitent dans un endroit déterminé du champ attaqué. Ceci est un argument de plus pour que les traitements soient faits de bonne heure, avant les périodes de mauvais temps.

Les magasins. — Une des caractéristiques les plus intéressantes de l'habitation souterraine est la présence d'importants magasins de réserve, qui assurent aux Campagnols leur subsistance pendant les mauvais jours, même lorsqu'ils sont nombreux. Ces magasins sont installés sur le trajet des galeries dans des excavations généralement peu profondes (à 10 ou 12 centimètres) et de forme ovale ; ils sont situés dans un rayon de 50 centimètres à 1 mètre (parfois seulement à 30 centimètres) du nid. Ils communiquent avec les galeries d'attaque par une ou deux galeries mais sont rarement en communication directe avec l'extérieur, sauf au moment de la moisson : à cette époque du reste, il s'agit plutôt d'une accumulation hâtive d'épis glanés sur le terrain que de véritables magasins de réserves.

La composition des magasins, d'importance très diverse, varie suivant les saisons, moins suivant les cultures. Contrairement à ce qu'on pourrait penser,

les réserves fondamentales ne sont pas constituées par des grains, mais au contraire par des fragments de végétaux susceptibles de se conserver dans le sol. Tant que le Campagnol trouve dans les champs toutes les substances nécessaires à son alimentation complète, il semble se contenter de faire dans ses galeries de petits dépôts de plantes fraîches ou de graines qu'il consomme au fur et à mesure de ses besoins : c'est ce que nous constatons depuis le printemps jusqu'à la moisson. Au moment de la moisson, dérangé par le travail des moissonneurs, il se réfugie sous les moyettes, il s'y installe, glanant les épis sur le terrain ou dans les gerbes mêmes, pour en constituer à une faible profondeur sous les

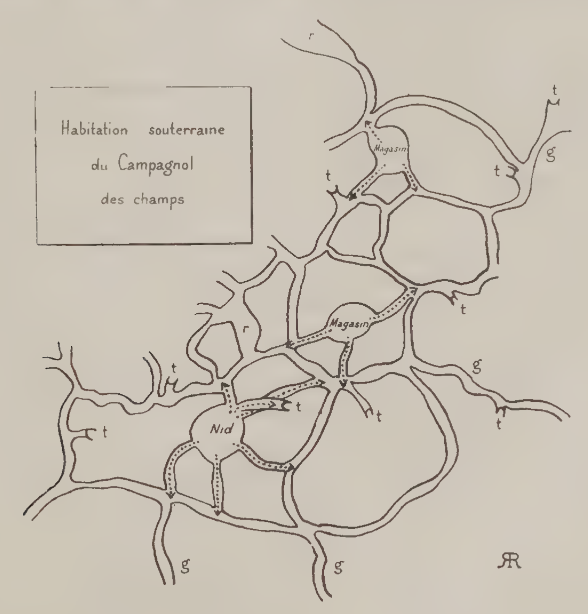


Fig. 9. — g, galeries ; t, trous ; r, excavations.

moyettes des magasins, pouvant peser de 500 à 1000 grammes. Le Campagnol accumule également des grains isolés de l'épi, mais ne semble pas en faire de magasins avant leur complète maturité. Ce sont ces magasins, dont nous retrouvons les traces au moment des labours de septembre et d'octobre, et que le Campagnol ne consommera souvent qu'en partie, le reste pourrissant sur place. Ces magasins d'automne ne sont pas uniquement composés de grains, nous y trouvons également des graines de Légumineuses, de Sainfoin notamment, rarement mêlées aux grains d'ailleurs.

Les magasins les plus importants sont ceux d'hiver, que le Campagnol constitue après la moisson, que nous trouvons intacts au moment des labours d'octobre et de novembre, et qui permettent au rongeur de subsister pendant la mauvaise saison. Ces magasins ne contiennent pas de grain, mais des rhizomes, des bulbes, des tubercules et des racines de plantes sauvages (Voir photo

pl. IV). En Normandie, et la chose nous a été indiquée aussi pour les Charentes, une plante domine nettement, la Gernotte ou Avoine à chapelets (*Arrhenaterum elatius* var. *bulbosum*) dont les rhizomes rappellent ceux des Crosnes du Japon, et dont il n'est pas rare de trouver des magasins pesant 2 et 3 kilos et même davantage (1). S'il est fréquent de rencontrer des magasins d'hiver uniquement composés de cette plante, il n'est pas rare de la trouver associée à des fragments d'autres plantes, parmi lesquelles, après la mise en culture, nous avons pu reconnaître : des stolons de Menthe (*Mentha arvensis* L.) et de *Stachys palustris* L. (2), des racines de Laiteron (*Sonchus arvensis* L.) et d'*Achillea millefolium* L., des bulbes de Liliacées (*Muscari comosum* L.). Il est permis de supposer qu'une étude plus complète des magasins dans différentes régions permettrait de dresser une longue liste des plantes sauvages utilisées par les Campagnols. Ces rhizomes, ces stolons, ces bulbes se conservent parfaitement dans le sol pendant l'hiver et fournissent à l'animal au moment de la reprise de son activité sexuelle des réserves importantes d'aliments aqueux. Nous avons répété que cette reprise avait lieu normalement en janvier, à une époque où par suite du froid, de la neige et des grandes pluies, la nourriture devient plus difficile à trouver ; c'est alors que le Campagnol s'attaque à ses réserves et les utilise jusqu'en mars, c'est-à-dire au moment où la nature lui offre une nourriture suffisante. Comme nous l'avons fait ressortir dans une note récente, on ne peut qu'être frappé de cette coïncidence de l'utilisation de réserves d'aliments aqueux et de la reprise de l'activité sexuelle du Campagnol, et on comprend alors davantage encore toute l'importance des friches et de la présence des mauvaises herbes pour la pullulation des Campagnols.

Nous verrons d'ailleurs plus loin, en étudiant le régime alimentaire du Campagnol le rôle des aliments aqueux dans l'alimentation.

Le travail souterrain du Campagnol et l'évolution des dégâts. — Le Campagnol fait preuve d'une très grande activité, et son travail ne semble interrompu que pendant les périodes de grandes chaleurs et surtout par des grands froids, qui en gelant la terre l'empêchent de continuer à creuser ; il s'emploie journellement à étendre son réseau et en augmenter les débouchés. Pour creuser, le Campagnol gratte avec ses pattes antérieures et rejette en éventail avec ses pattes postérieures les petites particules de terres arrachées, poussant les plus grosses avec ses incisives en levant la tête; il s'aide en outre de ses incisives pour couper les racines qu'il rencontre, et de son museau pour vider les galeries encombrées de déblais. Les sentiers de

(1) On sait que la Gernotte est une mauvaise herbe très abondante dans nos régions de grande culture, où il est difficile de s'en débarrasser.

(2) Nous noterons en passant que justement le Crosne du Japon est un *Stachys* : *S. affinis*.

départ paraissent dus aux allées et venues continuelles, plutôt qu'à des grattis dans les déblais ; quant aux sentiers excavés, ils sont creusés par le Campagnol dans le but de relier le réseau d'attaque à son habitation et de pouvoir y circuler d'une façon plus discrète.

Nous avons pu suivre pas à pas dans notre fosse d'expérimentation le travail d'un couple de Campagnols pendant plusieurs mois. Ces observations précises vont nous éclairer sur l'activité du *M. arvalis.* Notre fosse de 12 mètres carrés avait été divisée en deux parties égales, séparées par un sentier de 30 centimètres permettant de circuler sans piétiner les plantes : la partie A avait été ensemencée en Avoine mêlée de quelques grains de Maïs, la partie B vingt-cinq jours plus tard en Avoine seulement, semée en lignes. Lorsque le couple fut placé dans la fosse (1), les plantes de A atteignaient 40 centimètres, celles du second semis environ 20 centimètres.

Les Campagnols furent lâchés à 10 heures ; à 13 heures un premier trou était creusé et on pouvait évaluer à un litre le tas de déblais. Le travail souterrain est commencé (Voir fig. 10).

Le lendemain, on aperçoit sur les déblais un sentier très net, qui montre que le couple a fait de nombreuses sorties pendant la nuit ; dans la soirée un deuxième trou 2 est creusé près de 1, et un mètre plus loin dans A, on voit un trou 3, devant lequel près de 3 litres de déblais sont accumulés : l'ouverture de la galerie à cet endroit nous montra plus tard que ces déblais provenaient en grande partie de l'excavation nidulaire, et qu'il y avait communication entre 1 et 3.

Le troisième jour : grande pluie, pas de changement apparent.

Le quatrième jour : malgré la pluie tombée la nuit, un nouveau trou 4 est ouvert au-dessous de 3. Nous déposons sur le chemin 100 grammes d'avoine.

Le cinquième jour. Apparition des trous 5, 6, 7. Les Campagnols ne paraissent pas avoir touché au tas de grains, mais ont déjà coupé un certain nombre de tiges d'avoine, de A, et ont fait une incursion dans B, on voit très nettement des traces de grattage sur l'allée ; visiblement les Campagnols cherchent à creuser ici un sentier excavé pour la traverser sans être vus. Amorce du trou 8.

Le sixième jour. Entrée en galerie 9.

Le huitième jour. Forage du trou 10, léger déblai.

Le dixième jour. Apparition de deux trous 11 et 12, importants déblais ; du 12 partent deux sentiers, dont un en direction du 10. Le sentier sortant du 2 et allant vers 3 a été très approfondi. Les Campagnols paraissent concentrer toute leur activité sur A, dont les plantes dépérissent déjà, les dégâts sont importants, beaucoup de tiges ont été coupées, par contre le tas de grains parait toujours intact ; le sentier traversant l'allée n'est plus fréquenté.

(1) Nous avions en outre éparpillé de la paille sur le terrain pour permettre au couple de construire tout de suite son nid. Le lâcher fut opéré trois semaines après le second semis.

Le onzième jour: 4, 5, 7 ne semblent plus fréquentés, l'amorce 8 n'a pas été approfondie. Il y a communication entre 5, 6, 9 et 10. Les Campagnols ont travaillé au 12, qui a été élargi. On voit un sentier du 12 au 2, qui a été approfondi. De nombreuses tiges vertes coupées sont restées sur le terrain en A. Le tas de grains est intact.

Le douzième jour. Amorce du 13. Activité très nette aux deux extrémités

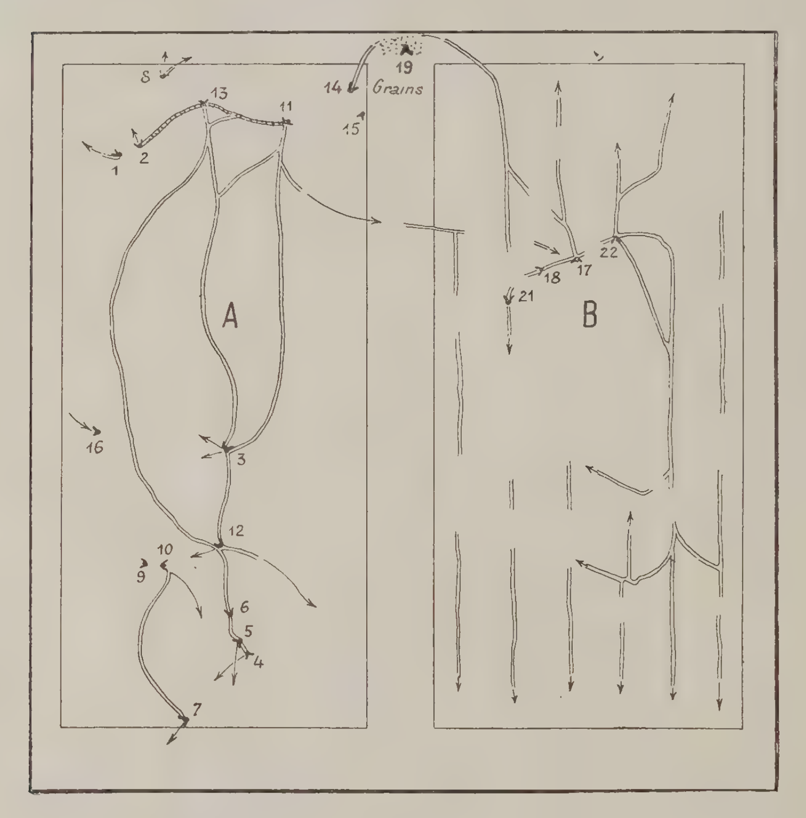


Fig. 10. — Aspect extérieur de la fosse trois semaines apres le lâcher d'un couple de campagnols : trous et sentiers (les numéros se rapportent au texte).

de A. Le tas de grains a été visité, soit huit jours plus tard seulement : on voit des grains sur le sentier allant vers 2.

Le treizième jour. Activité entre le 3, le 6 et le 12, nouveaux déblais ; le sentier 2 à 13 s'approfondit. Les Campagnols qui ont en partie ravagé l'Avoine de A, s'attaquent maintenant au Maïs, dont ils coupent les tiges à 12 centimètres environ.

Le quatorzième jour. Activité au 11, déblais, sentier vers 3, nouveaux déblais devant le 12, sentier du 10 au 7.

Le quinzième jour, les Campagnols ont ouvert le 14 en direction du tas de

grains, qui diminue sensiblement (1). Le 14 communique avec le 11, relié lui-même au 2 par un sentier excavé, analogue à ceux dont nous avons parlé dans un chapitre spécial, et qui se différencie nettement du sentier de cheminement, non creusé, et dû uniquement aux allées et venues des Campagnols. Le terrain en A a un aspect ravagé. On voit des traces d'incursions dans B, et des grattis au pied de l'Avoine.

Le dix-septième jour. Amorce du 16, et ouverture du 15 près du 14 (les deux trous communiquent), traces de gros travaux souterrains dans le coin de Maïs qui jusqu'ici avait été peu attaqué par rapport à l'Avoine. Le tas de grain, qui est germé, se vide. Incursions très nettes dans B, par un sentier détourné sur le bord de la fosse, et par le sentier traversant l'allée, dont nous avons noté l'amorce le cinquième jour. On voit s'ouvrir dans B même 17 et 18, qui, nous le constaterons plus tard, ne sont pas à ce moment en relation souterraine avec le réseau d'habitation de A. Ces trous servent d'abri souterrain, permettant aux Campagnols de manger sur place l'Avoine sans être inquiétés de l'extérieur. Les Campagnols établissent en B leurs sentiers le long des lignes d'Avoine; celle-ci étant moins forte que celle de A, ils la déterrent plutôt qu'ils ne la coupent.

Le dix-huitième jour, les dégâts s'accentuent dans B, les sentiers deviennent plus nets.

Le dix-neuvième jour. L'attaque se concentre sur B ; ils creusent les amorces 20 et 21 au voisinage de 17 et 18, ainsi que 19 sous le tas d'avoine germée. Les trous les plus fréquentés sont 6, 10, 12, 3, 2, 11, 17 reliés entre eux par des sentiers et devant lesquels on voit des tiges fraîches, les unes arrachées, les autres coupées. 8, 13, 16, 19, sont restés des amorces de galeries, ou se trouvent confondus avec des sentiers excavés.

Le vingtième jour. Les Campagnols s'attaquent à la partie inférieure de B, qui jusqu'ici était restée indemne, et où du reste l'Avoine avait moins bien poussé. On voit de nombreux sentiers nouveaux, le long des lignes d'Avoine. En A, on constate quelques terrassements à l'angle supérieur gauche, du côté de 1 et 2 ; les grosses tiges de Maïs, jusqu'ici respectées, sont à leur tour coupées.

Le vingt-deuxième jour, il ne reste plus une seule tige de maïs debout. Dans B, les dégâts sont très importants, de nombreuses tiges sont coupées, et rentrées dans 17, d'autres pieds sont déracinés (2), plusieurs sentiers ont été approfondis, et l'on voit de nombreux trous de grattage. En faisant une tranchée dans l'allée, nous constatons que les Campagnols ont creusé en partant de 17 en B une galerie profonde en direction de A, c'est-à-dire de l'habitation.

Le vingt-cinquième jour, il ne reste plus une tige debout, toutes ont été coupées à 8 ou 10 centimètres de hauteur, et il n'y a plus sur le terrain que quelques Orties et des Mercuriales.

(1) Sous l'influence de l'humidité, une partie du grain d'ailleurs a germé : les Campagnols se montrent très friands des jeunes tiges, qu'ils viennent couper.

(2) Les pieds d'Avoine déchaussés sont rentrés coupés, ceci nous éclaire notamment sur l'utilisation de la Gernotte, la tige est consommée immédiatement et le rhizome mis en réserve.

A partir de ce jour, nous ne verrons plus rien de nouveau dans la fosse et il nous faudra nourrir les Campagnols pour assurer leur subsistance (1). L'étude du réseau souterrain (fig. 11) nous a montré qu'il répondait exactement aux observations précises de surface : 1 et 2 sont reliés à 3 par une galerie qui s'enfonce progressivement jusqu'aux deux tiers pour aboutir à une excavation,

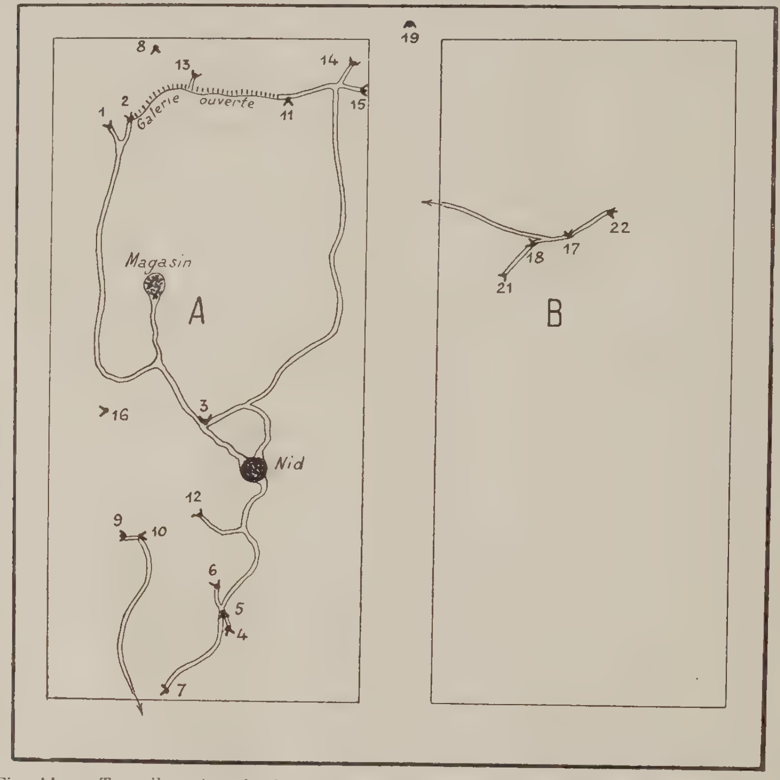


Fig. 11. — Travail souterrain d'un couple de Campagnols trois semaines après le lâcher dans la fosse : trous; galeries, nid et magasin (à rapprocher de la figure 10).

où se trouvent des débris végétaux, et d'où part une galerie secondaire conduisant à un petit magasin. Le nid est situé au voisinage de 3 et de 12. d'où partent des galeries allant d'une part vers le nid, et d'autre part vers 14 et vers 4, 5, 6, de sorte qu'il est possible au Campagnol d'y accéder en rentrant par les trous 1, 2, 11, 14, 15, 3, 12, 4, 5, 6.

Dans une autre expérience, faite dans des conditions semblables avec un couple, nous avons obtenu deux portées successives de six petits, et observé des faits analogues mais avec une complication plus grande du réseau souterrain, dû à un plus long séjour dans la fosse (juin à octobre) et à l'accroissement du nombre des individus dès le second mois. Les dessins (fig. 9) et photogra-

(1) Ce couple mis en expérience ne s'est pas reproduit.

phie (Voir pl. III) que nous donnons, montrent les galeries d'accès au nid, la disposition des magasins, et les relations entre le réseau d'attaque et celui d'habitation. La galerie circulaire, qui présentait sur son parcours de nombreux évents, correspond étroitement au bord de la fosse; elle a été creusée lorsque les Campagnols eurent ravagé le terrain aussi bien en A qu'en B ; les grattages commencent en général par les angles, dans l'espoir probable d'y trouver plus facilement un point de fuite qui leur permettra d'étendre leurs ravages : cette tendance à fuir, lorsque les provisions s'épuisent, est très nette, et nous explique l'extension des taches que l'on rencontre dans les champs, et qui sont surtout apparentes à l'automne et au printemps dans les prairies artificielles et dans les céréales en vert.

Les deux expériences principales que nous citons nous montrent la rapidité avec laquelle un couple de Campagnols creuse son réseau souterrain et ravage le terrain en culture : il lui suffit de quelques heures pour se faire une chambre dans le sol ; en moins de dix jours le système de galeries permet déjà à l'animal de se rendre souterrainement à son nid, de quelque point immédiat du champ, qu'il parte ; au bout de douze jours, 5 mètres carrés sont en partie ravagés, et le couple a déjà creusé 13 trous; au bout de vingt-cinq jours, il ne reste rien des 12 mètres carrés de cultures.

Elles nous montrent aussi que le Campagnol s'installe toujours dans la zone qu'il attaque, et sert à le nourrir. Ce n'est que secondairement, quand cette zone est ravagée, qu'il s'en va attaquer la zone voisine : il y fait d'abord de petites incursions, puis y creuse des galeries superficielles, que peu à peu il réunit à son habitation par des galeries plus profondes. Il suffit de déplacer la source d'alimentation pour provoquer l'extension du réseau d'attaque; l'ouverture des trous 11, 14 et 15 dans la première expérience, coïncidant avec l'attaque du tas de grains est significative. Nous pourrions en citer de nombreux exemples : bien des fois nous avons refait cette expérience soit avec des grains, soit avec des plantes en pot ; dès le second jour on voyait apparaître des trous à proximité ; ceux-ci sont creusés d'autant plus rapidement que la carence alimentaire est plus forte, en effet tant que le Campagnol trouve sur place une nourriture suffisante, il se garde bien de s'en éloigner, c'est ainsi que nous le voyons attendre une douzaine de jours pour oser s'aventurer à découvert jusqu'au tas de grains placé dans l'allée (première expérience). Ceci nous explique le groupement des Campagnols sous les moyettes au moment de la moisson, et la présence des taches dans les champs de trèfle à l'emplacement même de ces moyettes.

Ouverture du réseau souterrain. — L'étude du réseau souterrain du Campagnol n'est pas chose aussi aisée qu'on pourrait le penser. La solidification du terrain est possible sur de petites surfaces ; elle fut employée par quelques auteurs pour des recherches analogues, notamment en Italie par Martelli pour étudier le *P. savii*, mais c'est une opération qui n'est pas sans présenter

des aléas et n'est pas facile en dehors du laboratoire. Pour nos recherches aussi bien dans les champs que dans notre fosse d'expérimentation, nous avons procédé par une ouverture méthodique des galeries, en utilisant un jonc ou plus souvent un fil de fer souple, recourbé en deux, pour l'empêcher de rentrer dans le sol. Si la terre était sèche, nous l'arrosions préalablement, de façon à éviter les éboulements. De proche en proche nous ouvrions la galerie non sans avoir repéré l'emplacement exact des trous par des fiches, qui deviennent des guides précieux dans les travaux de déblaiement.

C'est de cette façon que nous avons pu mettre à jour tout le réseau représenté dans la photographie, et prendre les clichés de magasins, et de nids que l'on trouve dans cet ouvrage (1).

Hygiène de l'habitation. — Lorsqu'on ouvre des galeries ou des excavations creusées par les Campagnols, on est frappé de leur grande propreté. On n'y trouve aucun corps étranger, tout au plus quelques brins d'herbe fraîche abandonnés par les Campagnols dérangés dans leur travail. Dès qu'ils le pourront d'ailleurs, ils débarrasseront les galeries de ces débris végétaux : s'ils sont consommables, ils les mangeront, s'ils sont avariés ils les rejeteront à l'extérieur. MARTELLI a constaté des fait analogues avec *P. savii*, et indiqué qu'on pouvait même juger de l'efficacité d'un traitement par la présence d'aliments avariés dans les galeries : s'il en existe, c'est qu'il n'y a plus de Campagnols et par conséquent le traitement a réussi ; si les galeries sont absolument propres et que l'on observe des grattis, on peut en déduire que le terrain est toujours fréquenté.

Dans les galeries et le nid des Campagnols sains, on ne trouve pas non plus d'excréments. Le Campagnol les dépose à l'extérieur, généralement à l'entrée d'un trou. La présence de crottes fraîches sur le terrain constitue donc aussi une indication pour en déterminer la fréquentation.

Dans les cages d'élevage, les Campagnols ont les mêmes soucis de propreté ; ils viennent déposer leurs excréments et leur urine toujours dans le même coin, en évitant de souiller la partie qu'ils habitent, et notamment le nid qu'ils ont construit.

MARTELLI indique que le *P. savii* pousse le souci de la propreté jusqu'à sortir la terre humide des galeries, et prétend qu'à la suite d'une pluie, il est possible de juger de la fréquentation du terrain par l'accumulation des déblais humides devant les trous. Nous n'avons pas remarqué pour *M. arvalis* plus de déblais après les périodes de pluie que par temps de sécheresse, mais nous avons déjà noté sa sensibilité à l'humidité et la façon dont il s'efforçait de l'éviter.

Quant au nid proprement dit, s'il est apparemment d'un aspect propre et

(1) On a avantage, pour obtenir une netteté plus grande de la photographie, à saupoudrer un peu de suie dans les galeries et les excavations mises à découvert. Les photographies en plan donnent une excellente idée de l'importance et de la forme du réseau, mais non de sa position exacte dans le sol, qui nécessite des vues en coupe.

paraît débarrassé de tout corps étranger, il n'en constitue pas moins au bout de très peu de temps un véritable foyer de pullulation pour les commensaux et les parasites, qui y trouvent grâce à la chaleur qui y règne, un milieu favorable à leur multiplication; aussi après quelques mois le nid devient-il souvent inhabitable pour les Campagnols qui vont alors s'établir en un autre point.

Influence du milieu géologique. — Ainsi que nous l'avons dit en étudiant sa répartition géographique, le *M. arvalis* est avant tout un habitant des plaines et des plateaux, mais cette prédominance de l'animal en pullulation n'exclut pas sa présence en temps normal sur les coteaux, dans les vallées et même sur les montagnes, ainsi que le reconnaissent la plupart des auteurs. Il est là où la nourriture est abondante et semble moins fréquent sur la lisière des bois.

Quel est le rôle du terrain dans la répartition de ce rongeur? Comme le signale DANYSZ pour les Campagnols en général, et comme l'indique MARTELLI pour le *P. savii*, il semble bien que ce soit surtout les conditions physiques du sol qui agissent plutôt que la constitution géologique.

S'il est vrai que, d'après la carte établie par DANYSZ des départements successivement envahis par les Campagnols, comparée à la carte géologique de la France, les terrains du Précambrien au Jurassique leur semblent défavorables, et qu'au contraire les étages supérieurs favorisent leur pullulation, il ne s'en suit pas que la nature chimique du sol ait une grosse influence sur leur répartition ; ils agissent beaucoup plus, c'est aussi notre avis, par les conditions physiques différentes qu'ils offrent : le sous-sol des terrains anciens est plus ou moins imperméable, et la couche supérieure, provenant de la décomposition des roches sous-jacentes est souvent arénacée et généralement très meuble. Si les Campagnols viennent par hasard s'y établir, ils ne peuvent s'y maintenir d'une façon satisfaisante, d'une part à cause de l'imperméabilité du sous-sol, et d'autre part à cause des dangers d'effondrement du réseau souterrain ; nous faisons des observations analogues dans les terrains d'alluvions sableuses, où la construction des galeries n'est possible que si le sol est couvert d'un épais gazon (prairies naturelles ou terrains herbeux) ; c'est dans ces conditions que nous les rencontrons en certains points de la rive gauche de la Seine. Par contre nous avons enregistré leur fréquence dans les alluvions fertiles, parfois même un peu fraîches, c'est ainsi qu'on les trouve dans des parties sujettes à inondations, des vallées de la Seine et de l'Eure, ainsi que dans les herbages de la vallée d'Auge (Corbon, Biéville-en-Auge 1921).

Les terrains argilo-calcaires et surtout le limon des plateaux semblent constituer les conditions les plus favorables à leur pullulation rapide ; si nous observons ce qui se passe en Normandie nous voyons, en effet, que c'est dans ces terrains seulement qu'ils pullulent ; il suffit pour s'en rendre compte de se

reporter à ce que nous avons dit plus haut des invasions de Campagnols dans la région du Nord-Ouest : en Seine-Inférieure, nous voyons précisément que c'est le limon des plateaux, auquel le département doit une partie de sa richesse, qui domine ; dans l'Eure, nous voyons les Campagnols creuser leurs galeries dans la couche argilo-calcaire très profonde qui recouvre les plateaux ; dans le Calvados, nous les trouvons dans les sols argilo-calcaires et le limon des plateaux de la plaine de Caen et du plateau d'Orbec, et nous constatons que seuls sont exemptes les parties à sol argileux ou à terres peu profondes ou caillouteuses, reposant sur le schiste. Nous faisons la même observation dans le canton de Bourgéhus (sol calcaire) où en 1913 les communes bordant la vallée de l'Orne (sous-sol schisteux) sont demeurées indemnes (1).

Pas plus que les terrains sableux, les sols compacts ne sont favorables aux Campagnols : les terrains très argileux se laissent très difficilement pénétrer et retiennent l'humidité, en outre comme l'a signalé MARTELLI, sous l'influence de la sécheresse, le sol se fendille et les galeries se trouvent coupées.

La multiplication du *M. arvalis* est en fonction d'un juste équilibre, quant aux conditions du terrain : il fuit la sécheresse et l'humidité, et notre opinion ne fait, sur ce point, que confirmer celle de DANYSZ, MANICONE et MARTELLI.

Influences atmosphériques. — LA PLUIE. — L'humidité, nous l'avons signalé à maintes reprises, est défavorable au Campagnol ; c'est la raison pour laquelle nous le voyons fuir les vallées humides et se réfugier pendant la mauvaise saison sur les plateaux et les coteaux, ou tout au moins dans des parties plus sèches et à l'abri des inondations.

Jusqu'à quel point cette humidité est-elle pernicieuse pour le Campagnol ? nous allons essayer de le déterminer. Il y a lieu en effet d'en préciser la portée, lorsqu'on voit les Campagnols pulluler sous un climat humide comme celui de Normandie : ce serait une erreur de croire que, si sensibles soient-ils à l'humidité, ils ne puissent résister aux grandes pluies, même fréquentes.

La pluie n'a d'influence sur eux que si elle réussit à déterminer dans le sol une inondation partielle ou totale des galeries ; si elle ralentit leur activité extérieure, en gênant leurs sorties, elle ne fait qu'augmenter leur activité dans le sol, que ce soit pour modifier leur réseau souterrain ou pour rejeter la terre humide.

On a attribué aux inondations un rôle très important dans la destruction des Campagnols ; ce rôle, à notre avis, est exceptionnel d'abord parce qu'ils fuient naturellement les terrains marécageux et très humides, qui sont les plus sujets à la submersion, mais aussi parce que dans les vallées où ils s'installent, ils ne se laissent surprendre qu'en cas d'encerclement ou de montée brutale des eaux : il est possible alors, comme la chose a été signalée dans les Charentes,

(1) Nous tenons ces renseignements, pour le Calvados, de M. HÉDIARD.

qu'ainsi de grandes quantités de Campagnols se trouvent noyés. Le fait cependant est assez rare, car les Campagnols, sans attendre la submersion de leur habitation, vont, comme nous l'avons observé en Haute-Normandie pendant l'hiver 1925-1926, qui fut très pluvieux, se réfugier dans les talus ou gagnent les îlots de terrain non submergés. La destruction par inondation est donc relative.

Nous n'en dirons pas autant des pluies persistantes, qui contribuent sans aucun doute, en déterminant une humidité opiniâtre, à mettre le Campagnol dans un état de moindre résistance et prépare sa réceptivité aux maladies épidémiques. On connaît les expériences de Pasteur sur le choléra des Poules ; le fait de leur mettre les pattes dans l'eau froide favorise leur réceptivité au choléra. Si nous observons ce qui se passe dans la nature, nous voyons qu'en effet les Campagnols sont beaucoup moins nombreux et quelquefois même disparaissent brusquement après un hiver très pluvieux. Tous les renseignements que nous avons recueillis sur ce point le confirment, et nous-mêmes avons pu constater cet hiver dans l'Eure que des territoires entiers se trouvaient débarrassés sans qu'aucun traitement eût été fait. Les Campagnols ont disparu de la même façon dans l'Oise et la Somme en 1921. Mais nous nous empressons d'ajouter : la persistance de l'humidité n'est pas la seule cause de l'arrêt brusque d'une invasion, elle en est un des facteurs.

La neige. — La neige en elle-même n'est pas dangereuse pour le Campagnol ; si elle contrarie ses sorties, au même titre que la grande pluie, elle ne les empêche pas complètement : nous le voyons creuser de longs couloirs dans la neige. Elle n'a d'influence que par son abondance et sa persistance : c'est ainsi que M. Richard, vétérinaire départemental, nous a signalé son heureuse influence dans les Ardennes : l'abondance empêche les Campagnols d'aller rechercher leur nourriture et les oblige à utiliser leurs réserves ; la persistance amène l'épuisement de ces réserves et met l'animal, à l'époque de reprise d'activité sexuelle, dans un état d'infériorité physiologique, que l'humidité due à la fonte de la neige viendra encore amoindrir. Dans nos départements du Nord-Ouest, le fait est rare, aussi doit-on peu compter sur cette circonstance pour les détruire.

Les périodes de dégel paraissent funestes aux Campagnols, elles déterminent une pénétration lente et continue de l'eau dans le sol, transforment le terrain en un immense champ de boue, qui gêne leurs déplacements et contribue à maintenir leurs pattes dans l'humidité, augmentant ainsi leur réceptivité aux maladies. Nous avons constaté dans ces périodes, que beaucoup mouraient de pneumonie, et il nous est arrivé de perdre en quelques jours de cette façon une partie de nos élevages.

D'ailleurs, comme nous l'avons observé lors de nos expériences sur le piégeage, les Campagnols résistent difficilement à un stationnement prolongé dans un milieu humide, d'autant moins qu'ils sont plus jeunes. C'est ainsi qu'il

suffit de laisser un Campagnol de deux mois pendant quelques heures dans un récipient exposé à la pluie pour amener sa mort. Ceci nous montre le rôle que peuvent avoir les périodes de pluies et de neige pour la destruction des Campagnols.

La chaleur. — La chaleur et la sécheresse ne paraissent ralentir nullement l'activité des Campagnols, tout au plus peut-on dire que lorsqu'elles se prolongent, elles peuvent, comme nous l'avons signalé, les gêner dans les sols argileux en fendillant le sol. La chaleur semble favoriser leur multiplication.

Le froid. — Le froid intense défavorise le Campagnol, en ce qu'il l'empêche de creuser et qu'il l'oblige à faire des déplacements plus importants pour trouver sa nourriture. Son activité ne se ralentit pas, si nous en jugeons par la facilité avec laquelle il venait chercher les appâts virulents que nous lui offrions, en décembre dernier par exemple. Nous avons même constaté en certains points une recrudescence d'activité.

Les Campagnols ne s'endorment pas pendant l'hiver, du moins nous ne l'avons jamais constaté, mais ils ont tendance dès les premiers froids à se grouper, et vivent blottis les uns contre les autres dans les nids pendant la journée; ils ne deviennent actifs qu'à la tombée de la nuit. Dans les périodes de froid, dit-on, ils se rapprochent des habitations, et on les trouve jusque dans les celliers, les granges et les écuries. Pour notre part, ayant assisté à des pullulations de Campagnols, nous considérons que le fait est plutôt exceptionnel, tandis qu'il est normal pour la petite Souris des moissons ou pour le Mulot. Ses préférences alimentaires, nous le verrons d'ailleurs, le retiennent dans les champs, et s'il cherche abri dans les meules, quand elles ne sont pas habitées par les Rats il n'en continue pas moins à visiter les champs environnants pour y prélever la nourriture aqueuse, dont il ne semble pouvoir se passer naturellement.

3. — **Comportement vis-à-vis du milieu vivant.**

A. Milieu végétal : flore spontanée et cultures. La ration alimentaire du Campagnol. — B. Milieu animal : Les Campagnols entre eux. Commensaux ; prédateurs, espèces antagonistes. — C. Maladies microbiennes. Les Campagnols vecteurs de maladies.

A. **Milieu végétal**. — Flore spontanée. — Avant d'étudier le comportement du Campagnol des champs vis-à-vis des cultures, nous croyons nécessaire de montrer comment il se comporte vis-à-vis des plantes sauvages, base initiale de son alimentation, et parce que nous considérons les friches comme le point de départ de toute pullulation. Il n'est pas de communes, si bien cultivées soient-elles, qui ne possèdent de terrains en friches, qu'il s'agisse de talus, de bords de route, de carrières ou de terres abandonnées, c'est là que le Campagnol semble se cantonner tant qu'il y trouve une nourriture suffisamment abon-

dante, ses incursions dans les cultures passent alors inaperçues, elles ne prennent d'importance que le jour où le nombre des individus s'étant accru notablement, il leur devient impossible de vivre sur place : l'abondance des substances protéiques que leur offrent les cultures développe leur pouvoir prolifique et les incite à s'y installer : l'attaque des plantes cultivées n'apparaît ainsi que secondaire, mais c'est là que les circonstances aidant, il se multiplie au point de donner lieu à ces pullulations calamiteuses auxquelles nous faisons allusion à chaque page dans ce mémoire.

Les plantes variées dont les Campagnols se nourrissent nous montrent toutes les ressources, dont ils disposent en dehors des plantes cultivées : elles jouent dans leur économie alimentaire un rôle considérable. Nous avons parlé plus haut de l'importance des magasins de racines, rhizomes et bulbes, accumulés par ces rongeurs, et reconnu que les magasins d'hiver sont presque exclusivement composés de fragments de mauvaises herbes (1) et constituent pour eux une réserve de prédilection. Les quelques noms de plantes que nous avons cités ne donnent qu'une faible idée du nombre des végétaux, dont ils peuvent se nourrir ; c'est en quoi leur régime diffère profondément de celui très spécialisé des Mulots, dont la pullulation est surtout dangereuse pour les céréales. Le Campagnol consomme volontiers les *Sonchus*, *Lappa*, *Senecio* et la plupart des Composées à tige tendre, il s'attaque au Plantain et à l'Arroche, il coupe les Graminées tendres, recherche peu les Crucifères et les Polygonées, délaisse les Renonculacées et s'attaque aux racines pivotantes des Ombellifères ; somme toute, ses préférences alimentaires rappellent beaucoup celles des Lapins, et en captivité, on peut les nourrir à peu près de la même manière.

La façon dont le Campagnol s'attaque aux plantes sauvages est celle que nous avons indiquée à propos de nos observations dans la fosse d'expérimentation : si la plante est basse, comme le Plantain, l'animal en coupe les feuilles à la base ; si elle est petite il la déchausse en grattant le pied et l'emporte dans ses galeries, comme nous l'avons vu faire pour la jeune Avoine ; si la plante est élevée, il la coupe à 8 ou 10 centimètres, en se dressant sur ses pattes postérieures, et l'entraîne dans le trou le plus proche, où il la débite pour la consommer ; s'il s'agit d'un rhizome, comme celui de la Gernotte, il le déterre avec ses pattes antérieures et l'emporte dans ses galeries, là il consomme la partie verte de la plante, et met le rhizome en magasin. L'attaque de cette plante, que nous avons pu observer, se fait donc de l'extérieur, et il est probable que c'est ainsi qu'il prélève les autres plantes à rhizomes ou à stolons ; nous n'avons pu déterminer exactement comment il déterrait les racines pivotantes, si c'était en grattant de l'extérieur et en les coupant dans le sol, lorsqu'il creusait ses galeries d'attaque ; il est possible qu'il le fasse des deux façons.

(1) Cette accumulation des mauvaises herbes, entre autres de la Gernotte, du Laiteron et du Liseron, n'est pas sans intérêt pour le cultivateur, et c'est en quoi, pourrait-on dire, les Campagnols sont utiles, car outre celles qu'ils détruisent, ils permettent au cultivateur, s'il est clairvoyant, d'en opérer en labourant le ramassage rapide derrière la charrue.

Le Campagnol transporte ses aliments dans la bouche, dont nous avons étudié la conformation dans le premier chapitre. Ceux qu'il doit consommer immédiatement, qu'il s'agisse de plantes sauvages ou cultivées, ne sont pas en général rentrées profondément dans les galeries, c'est le cas de toutes les substances vertes qui supportent difficilement une conservation prolongée ; il n'en est pas de même des graines, dont la plus grande partie est mise en réserve dans des excavations creusées sur le trajet des galeries ; quant aux aliments aqueux solides, comme les racines, les rhizomes, les stolons et les bulbes, ils sont emmagasinés pour la mauvaise saison, le Campagnol a soin de les débarrasser soigneusement de la terre qui les entoure en se servant de ses pattes et de ses incisives, sans jamais les entamer. Lorsqu'on découvre ces magasins à l'automne, on les trouve absolument intacts; les prélèvements commencent dès que surviennent des périodes de froid et de gel prolongées; la consommation en est d'autant plus rapide que le nombre des Campagnols est plus élevé, et c'est ce qui nous explique à nouveau que le Campagnol devient d'autant plus sensible aux intempéries qu'il est plus nombreux. Il n'est pas rare de trouver les magasins absolument vides en février ; que surviennent alors de nouvelles périodes de neige, de gel et même de grandes pluies, le Campagnol à la veille de faire ses petits ou en train de les allaiter se trouvera dans des conditions défavorables, qui pourront amener la mort d'un grand nombre d'individus. Ceci nous souligne l'importance des friches, qui procurent par leurs mauvaises herbes les moyens aux Campagnols de subsister pendant les hivers rigoureux. Pour notre part nous sommes persuadés que la flore spontanée joue un rôle primordial dans les pullulations de Campagnols ; nous n'en voulons citer pour exemple que la grosse invasion d'après guerre dans les régions libérées, où l'on comptait par mille les hectares en friches.

Attaque des cultures. — L'attaque des cultures, pour être secondaire, n'en est pas moins redoutable : Les Campagnols sont parmi les plus grands ravageurs de nos plantes cultivées, et l'on peut dire qu'il en est bien peu qui échappent à leur voracité.

Tous les renseignements que nous avons pu recueillir s'accordent pour dire que ce sont les prairies artificielles qui sont les plus attaquées, et par là nous entendons les Trèfles, les Luzernes, les Sainfoins et les Minettes. Cette préférence tient, à notre avis, à trois causes : la richesse des Légumineuses en matières azotées, le couvert permanent qu'elles offrent, et la tranquillité relative dont ils profitent en s'y installant. Nous avons développé chacun de ces points en étudiant la biologie du *Microtus arvalis*, et cité notamment en ce qui concerne le couvert des expériences suggestives à cet effet ; la question de la tranquillité s'explique par le maintien de la même culture pendant deux à cinq ans à la même place. Il n'y a aucun doute que les façons culturales contrarient beaucoup le travail souterrain du Campagnol, et nous l'avons dit, c'est aussi ce qui justifie un peu sa présence constante dans les friches. De plus, outre la réserve

abondante et permanente de nourriture que lui offrent ces cultures, tant en vert qu'en grains (1), elles abritent des quantités de mauvaises herbes dont nous avons vu l'importance dans le paragraphe précédent.

C'est donc généralement, en plus des friches, dans les Trèfles et les Luzernes que se maintiennent les Campagnols après la moisson, quand ils pullulent : il suffit de faire un labour à l'automne dans un chaume de Blé, pour se rendre compte qu'ils sont presque toujours cantonnés dans la partie qui avoisine le champ de Trèfle ou de Luzerne, où ils se réfugieront définitivement au moment du labour, s'ils n'ont pas été tués par le laboureur. Mais, aussitôt les semailles, nous ne tardons pas à les voir revenir faire des incursions dans les champs de céréales, lorsqu'elles commencent à germer. Ils procèdent alors exactement comme dans notre fosse : ils creusent de place en place des trous, et des galeries dans lesquelles ils vont consommer tranquillement les tiges vertes qu'ils ont coupées; ce n'est que petit à petit qu'ils étendront leur réseau souterrain pour le relier à leur habitation ; et c'est pourquoi si, à l'automne, on veut les trouver ce n'est pas dans le champ de Seigle, de Blé ou d'Avoine où on voit leurs dégâts, qu'il faut les chercher, mais dans la prairie ou la friche voisines, où ils vivent groupés dans les mêmes nids. Cette remarque a son importance pour l'application des traitements, et c'est pourquoi nous insistons tant auprès des cultivateurs pour qu'ils tournent leur attention de ce côté.

Le mode d'attaque des céréales varie avec l'âge de la plante, et se fait comme dans le cas des plantes sauvages. Très friands des grains en formation, ils se les procurent en coupant la plante à environ 10 centimètres, et enlèvent la partie coupée dans leurs galeries où ils la consomment. Quand ils sont mûrs, ils coupent la plante de la même façon, mais se contentent de prélever l'épi, laissant de côté la paille, impropre à la consommation ; ils en constituent alors des magasins temporaires, en laissant les épis intacts, c'est ainsi que nous les trouvons après la moisson (2) et qu'ils les consomment plus tard au fur et à mesure de leurs besoins jusqu'à ce que l'humidité les fasse pourrir ; si nous en jugeons par l'importance de ces magasins d'épis coupés directement aux plantes ou glanés derrière les moissonneurs ou dans les moyettes, les Campagnols en gâchent beaucoup plus qu'ils n'en mangent. Cette remarque, du reste, peut s'appliquer à toute l'alimentation du Campagnol, qui coupe les végétaux, accumule les réserves inconsidérément: c'est le cas notamment des amas de grains (3) isolés que l'on retrouve dans le sol en novembre et qui pourrissent sur place sans avoir été touchés.

Comme les Souris et les Mulots, les Campagnols ont soin de décortiquer le

(1) Nous avons trouvé dans l'Eure des magasins de graines de Sainfoin, qui pesaient près d'un kilo, mais ces magasins, comme ceux de grains, ne se conservent pas au delà de quelques mois.

(2) Ce sont les magasins dont nous avons déjà parlé, et qui sont logés sous les moyettes à une faible profondeur.

(3) Les Campagnols accumulent de cette façon l'Avoine, en rapportant les grains dans la bouche par deux ou trois. On juge par là du nombre de voyages qu'ils doivent faire pour en accumuler un kilo.

grain avant de le manger en s'aidant de leurs pattes antérieures et de leurs incisives. On a donc intérêt, en dehors de la question de meilleure imprégnation de l'avoine, à l'aplatir légèrement lorsqu'on traite par le virus.

Le Campagnol se montre en général peu nuisible aux Betteraves sucrières; les façons culturales que nécessite cette culture n'y sont certainement pas étrangères. Nous pouvons en dire autant des Colzas qui ne souffrent que lorsque les plantes sont jeunes. Il n'en est pas de même des Betteraves fourragères, qu'il consomme volontiers et ronge au collet (1), des Choux et surtout des Choux de Bruxelles, dont il ronge le pied, ainsi que nous l'avons nettement observé dans l'Eure. Il délaisse les Crucifères à odeur forte, comme les Radis (2) et la Moutarde. Il ne s'attaque pas au Lin, s'attaque un peu aux Pommes de terre, mais préfère de beaucoup les Carottes, dont on peut le nourrir en captivité.

Dans les jardins et les vergers, il commet des dégâts importants en s'attaquant à la plupart des cultures maraîchères, — aux fruits tombés et à beaucoup de plantes à fleurs. Nous l'avons vu aux environs de Rouen faire de gros ravages dans des cultures d'Œillet, et notamment dans des plates-bandes d'Œillets mignardises, dont il coupait le pied, déterminant ainsi la mort de la plante.

Son alimentation est donc extrêmement variée; si ses préférences vont aux herbes fraîches, aux jeunes pousses, aux racines tendres, aux graines en germination, il ne délaisse pas certaines Crucifères et consomme des grains, mais sans comparaison avec le Mulot, qui en fait le fond de son alimentation.

Étude de la ration alimentaire du Campagnol. — Cette variété dans l'alimentation paraît correspondre à un besoin physiologique ; elle apporte à l'organisme une somme de principes protéiques, sans lesquels la pullulation du Campagnol n'est pas possible.

Nous avons essayé de déterminer la proportion d'aliments absorbés pendant une journée, et constaté que la quantité d'aliments secs était très faible par rapport aux aliments aqueux ou verts. Nous pouvons citer à cet effet quelques expériences précises. Dans une première expérience faite avec cinq Campagnols pesant 84 grammes, soit 17 grammes en moyenne, auxquels il fut donné exclusivement du grain (100 grammes d'avoine) la consommation fut de 9 grammes, soit $1^{gr},8$ par individu en moyenne en vingt-quatre heures.

Dans une seconde expérience faite avec cinq Campagnols pesant 72 grammes, soit $14^{gr},25$ en moyenne, auxquels il fut donné exclusivement du grain (50 grammes d'avoine) la consommation fut seulement de 2 grammes, soit un quart de gramme par individu en moyenne.

Dans une troisième expérience faite avec cinq Campagnols pesant

(1) Il n'est pas rare de trouver en abondance des Campagnols dans les silos de Betteraves ou sous les fanes, mais nous y voyons plutôt une preuve nouvelle de leur tendance à rechercher le couvert qu'une préférence alimentaire.

(2) Le Campagnol en captivité accepte les parties vertes du Radis, mais délaisse toujours la rave. Il consomme volontiers de l'Oseille, s'il a depuis quelques jours un régime sec (grains).

62 grammes, soit 12gr,4 en moyenne, auxquels il fut donné une nourriture mixte, composée de 50 grammes d'aliments secs (Avoine), 35 grammes d'aliments aqueux (Avoine à chapelets) et de 20 grammes de verdure (pousses d'Avoine), la consommation de la journée fut la suivante : 3 grammes de sec, 13 grammes d'aqueux et 18gr,5 de vert, soit au total 34gr,5 de nourriture, ce qui donne environ 7 grammes par Campagnol, dont le poids a été porté au bout des vingt-quatre heures à 67 grammes, soit une augmentation d'un gramme par individu.

Dans une autre expérience faite dans des conditions analogues, mais avec de la Betterave fourragère, au lieu de l'Avoine à chapelets, nous arrivons à des chiffres très voisins : 2gr,4 de sec, 12 grammes d'aqueux et 17 grammes de vert.

Ces expériences ont été faites dans les conditions les plus rigoureuses: nous avons utilisé des sujets apparemment très sains, nourris régulièrement, et placés dans de bonnes conditions ; préalablement la frisette fut pesée exactement, et nous avions mis de côté un témoin d'herbe fraîche, pour lequel nous avons constaté au bout de vingt-quatre heures une perte en poids de moitié.

Ces chiffres nous montrent que la consommation en sec (grains) est relativement faible par rapport au reste, puisqu'elle représente moins de 1/10 de l'alimentation totale, tandis que l'élément aqueux y figure en moyenne pour plus de 35 p. 100 et l'aliment vert pour plus de 55 p. 100. Nous constatons d'autre part que, même isolé, l'aliment sec n'est consommé qu'à une faible quantité et ceci nous confirme la richesse des grains en principes protéiques.

Si nous considérons la consommation globale, nous voyons qu'elle oscille autour de la moitié du poids de l'animal, soit 7 grammes environ pour un Campagnol de 14 grammes, 12 grammes pour un individu de 25 grammes. Ces chiffres nous éloignent quelque peu de ceux indiqués par GERBE, qui parle de 20 à 30 grammes par jour, ou même de ceux donnés par MARTELLI pour *P. savii*, qui consommerait plus que son poids d'herbe en une demi-journée (1). Le chiffre de 5 grammes, donné par DANYSZ, comme moyenne générale, paraît s'appliquer davantage au *M. arvalis*.

Nous venons de parler ici de ce que le Campagnol mange, mais il est certain que ce qu'il prélève normalement sur les cultures est bien supérieur et nous ne croyons pas être en dessous de la vérité en fixant à environ une quinzaine de grammes la quantité de nourriture consommée ou gâchée journellement par un Campagnol, mais ce chiffre n'indique pas la quantité de plantes cultivées qu'il détruit, et qui seule, intéresse l'agriculteur : la proportion est très difficile à établir, elle croît en raison directe de la pullulation des Campagnols, et il est par conséquent impossible d'indiquer un chiffre même approximatif ; en effet si une famille de Campagnols consomme une quantité donnée de grains, de substances aqueuses et de verdure, il ne s'ensuit pas que cent familles consomme-

(1) Il est vrai que si l'animal n'a à sa disposition que du vert, il consomme davantage.

ront cent fois plus, la proportion pourra être décuplée, du fait que par la pullulation les Campagnols se trouveront amenés à prélever sur les cultures les éléments qu'ils auraient pu trouver dans la flore spontanée, lorsqu'ils n'étaient qu'en petit nombre. Et ceci nous explique encore pourquoi les Campagnols passent longtemps inaperçus au cultivateur, qui ne s'en soucie pas normalement et se trouve tout étonné un jour de voir ses cultures subitement ravagées.

Au cours de nos recherches nous avons remarqué en outre que les Campagnols n'étaient pas réfractaires à une alimentation carnée, et devant la fréquence dans des nids des débris de Campagnols dévorés, nous nous demandons si cette alimentation ne correspond pas à certains moments à un besoin de l'animal. Ainsi que l'un de nous (1) a eu l'occasion de le montrer dans une note récente on trouve dans la nature de nombreux exemples d'animaux, qui, considérés généralement comme se nourrissant de principes végétaux, sont en réalité des omnivores avec régime temporaire de proies vivantes, apportant des principes indispensables à certaines phases de leur activité physiologique : matières protéiques, acides aminés ou vitamines. En dehors de l'habitude qu'ont les Campagnols de consommer leurs camarades blessés ou malades, nous avons constaté qu'ils paraissaient très friands d'animaux vivants quelconques : à plusieurs reprises, nous les avons vus consommer avec avidité les Chenilles et les petites Limaces que nous leur présentions ; un jour même un Moineau encore chaud fut rapidement déchiqueté par une nichée de Campagnols. PEMBERTON a signalé récemment des faits analogues pour les Surmulots aux îles Hawaï et indiqué que ceux-ci recherchaient surtout les tiges de Canne à sucre attaquées par le Sphécide *Sceliphron cæmentarium* DRURY, dont ils mangeaient les larves et les pupes en ouvrant la tige. Quand on sait la pauvreté de la Canne à sucre en principes protéiques et l'importance de sa culture aux îles Hawaï à l'exclusion de toute autre culture, on s'explique cette recherche des Surmulots ; les conditions sont très différentes chez nous, où le Campagnol trouve sur nos terres une alimentation variée ; il n'en reste pas moins que pour des raisons que les physiologistes pourront déterminer, il recherche par moment une alimentation carnée ; c'est un fait notamment que dans notre fosse d'expérimentation, où les Carabiques étaient nombreux (*Steropus madidus* et *Nebria brevicollis*), tous les insectes avaient disparu huit jours après que nous eûmes lâché notre couple de Campagnols, et l'on voyait très nettement sur le terrain des débris de ces Carabiques à l'entrée des trous. Il est donc fort possible qu'une alimentation carnée accidentellement abondante constitue une des causes favorables à la pullulation de certains herbivores, et des Campagnols en particulier, en apportant à leur organisme des matériaux plus rapidement assimilables que les principes végétaux ou en modifiant, dans un sens favorable, la réaction du milieu interne à différents germes pathogènes.

(1) R. PUSSARD, A propos du régime alimentaire du Perce-Oreille, *Forficula auricularia* L. (*Bull. Soc. Amis Sc. Nat.*, Rouen, séance du 1er octobre 1925).

Quelle qu'en soit l'importance biologique, la chose méritait d'être notée, car il est reconnu depuis fort longtemps —BUFFON et de SELYS LONGCHAMPS en font mention dans leurs écrits — que les Campagnols se mangent entre eux.

B. Comportement vis-à-vis du milieu animal. — Pour ce qui concerne les rapports des Campagnols avec l'Homme, nous renvoyons à ce que nous avons dit sur le Campagnol en captivité : nous y avons vu que si ce petit rongeur était d'un naturel très sauvage et méfiant, il était possible de l'accoutumer très rapidement au voisinage de l'Homme, et même de l'apprivoiser ce qui rend sa conservation facile au laboratoire dans les conditions que nous avons indiquées. Nous pouvons noter en plus son insensibilité progressive aux bruits : c'est ainsi que malgré les allées et venues perpétuelles de la rue, à 5 mètres de laquelle se trouve notre fosse, nous les voyons circuler même en plein jour et travailler à leurs galeries.

LES CAMPAGNOLS ENTRE EUX. — Nous avons déjà dit au début de ce travail ce que nous pensions de la sociabilité du Campagnol des champs ; nous la subordonnons à deux conditions, l'abondance de nourriture et l'absence de concurrence sexuelle. Ces deux conditions règlent les rapports des Campagnols entre eux. Si la nourriture vient à faire défaut, ou plus exactement si leur alimentation devient insuffisante en principes protéiques, les Campagnols marquent une tendance à se dévorer en s'attaquant aux plus faibles ; c'est ce que nous constatons en décembre, et quelquefois en novembre. A la reprise d'activité sexuelle cette tendance s'accentue, et nous assistons alors, en même temps qu'à la dispersion des individus, à des batailles, dont nous avons parlé à plusieurs reprises.

Si par hasard on introduit un Campagnol dans une cage contenant un couple, on ne tarde pas à voir le mâle chercher querelle à l'intrus : il manifeste son mécontentement par de petits cris (1), se dresse sur ses pattes postérieures, et donne des coups d'incisives et de pattes antérieures ; ses moustaches sont dressées, ses narines gonflées, ses poils hérissés, ses yeux exorbités. Cette attitude rappelle beaucoup celle du Surmulot excité.

La mère défend avec beaucoup de sollicitude ses petits, aussi supporte-t-elle difficilement la présence dans la même cage d'une autre femelle, qu'elle avait admise jusqu'à ce qu'elle mette bas. Nous avons observé à plusieurs reprises que la seconde femelle finit au bout de peu de temps par succomber sous les coups de dents du couple.

Ces constatations tendent à nous prouver que les Campagnols sont des animaux assez irascibles qui ne se supportent que dans certaines conditions ; ce qu'on a pu dire de leur sociabilité provient du fait qu'à l'époque où on les

(1) Une expression normande rend parfaitement l'attitude du rongeur furieux, on dit que l'animal « pipe ».

observe après la moisson ils sont toujours groupés. Nous en avons donné les raisons, nous n'y reviendrons pas.

Les commensaux. — La température qui règne à l'intérieur du nid, et sa composition en paille ou herbe sèche constituent des éléments favorables à la présence des petites espèces saprophages, et par contre-coup des petites espèces carnassières vivant à leurs dépens. C'est ainsi que partout nous y avons constaté l'abondance des Acariens, dont les Campagnols sont littéralement couverts, qui paraissent vivre de leurs desquamations, et jouent peut-être un rôle utile ; dans la partie externe du nid, toujours un peu humide à cause de son contact direct avec la terre, nous trouvons en quantité des Collemboles et autres petits insectes détritiques, qui fournissent aux carnassiers comme les Staphylins une pâture abondante. Nous n'avons pas fait de recherches spéciales sur cette faune des nids de Campagnols, notre activité étant tournée d'un autre côté ; nous y avons trouvé notamment les Coléoptères suivants : *Dromius agilis* Fab., *Trechus quadristriatus* Schrank, *Catops Kirbyi* (?)

A titre d'indication, nous pouvons citer parmi les Insectes fréquentant les nids de Campagnols en général, et pouvant par conséquent se trouver dans ceux de *M. arvalis* (1) ;

Coléoptères. *Staphylinidæ* :

Atheta triangulum Kreatz. des nids de Taupe, Lapin, Blaireau.

A. paradoxa Rey. nids de Taupe, Lapin, Spermophile, Hamster.

Heterops prævia Er. nids de Taupe, Lapin, Blaireau, Spermophile, Hamster.

H. nigra Kr. (?) nids de Mulot, Lapin, Hamster, Spermophile, Blaireau, Fourmis.

Aleochara cuniculorum Kr. nids de Taupe, Hamster, Blaireau, Hirondelle des rivages, Pigeon.

Quedius nigrocæruleus Rey, nids de Taupe, Hamster.

Q. ochripennis Méneville nids de Taupe et Hamster, Fourmis, Guêpes et Bourdons.

Medon fusculus Mann. nids de Taupe et de Lapin.

M. melanocephalus Fabr. nids de Hamster.

Oxytelus sculpturatus Grav. nids de Taupe, Lapin, Hamster.

Philonthus spermophili Ganglbauer. nids de Taupe, Lapin, Hamster, Spermophile.

P. scribæ Fauvel. nids de Lapin, Hamster, Spermophile.

Histeridæ.

Onthophilus sulcatus Forst. nids de Taupe, Lapin, Hamster, Blaireau.

Cryptophagidæ.

Cryptophagus dentatus Herbst. nids de Pigeon.

Leptinidæ.

(1) Nous indiquons en même temps les nids dans lesquels peuvent se rencontrer les commensaux des Campagnols.

Leptinus testaceus Muller. nids de Taupe, Musaraigne et de *Bombus*. Diptères *Heleomyzidæ*.

Œcothea fenestralis Fallen. nids de Taupe, Lapin et Blaireau (1).

Prédateurs. — En dehors de l'Homme, qui dispose pour les détruire de toute une série de moyens, que nous étudierons dans la seconde partie, les Campagnols sont chassés par de nombreux animaux qui en font des hécatombes considérables : le rôle des Carnassiers et des Rapaces est connu depuis fort longtemps ; nos observations sur ce point ne peuvent que confirmer ce qu'en disent tous les auteurs.

Parmi les Mammifères, sans parler du Chat et du Chien, qui autour des fermes leur font une guerre acharnée, nous pouvons citer la Belette, le Putois, la Fouine, l'Hermine, le Renard. Nous avons vu dans l'Eure de nombreux nids qui avaient été retournés par des Renards. Le Blaireau paraît moins actif. Nous pouvons y ajouter les Rats, qui ne supportent pas leur présence, et se placent au rang des espèces antagonistes les plus typiques. On a prétendu que la Musaraigne faisait la chasse aux Campagnols ; nous en doutons, car toutes les expériences que nous avons faites avec cet animal ont été négatives. Nous n'avons pas de renseignements sur la Taupe et le Hérisson, nous avons seulement remarqué que les Campagnols utilisent volontiers les galeries de la Taupe comme galeries d'attaque, ainsi que les évents qu'elle ouvre comme trous de sortie. Le travail de la Taupe, au dire de certains cultivateurs, faciliterait la pénétration des Campagnols dans les cultures. Quant au Mulot, s'il est fréquent de le voir s'installer dans un nid de Campagnol, nous ne pensons pas qu'il puisse être considéré comme une espèce antagoniste au même titre que le Rat, car nous le trouvons en même temps que le Campagnol, la Souris domestique et la petite Souris des moissons dans les meules ou sous les moyettes, et s'il occupe par hasard un nid, nous pensons que c'est à la suite de sa désertion par les Campagnols. Nous avons pu laisser en présence pendant plusieurs jours dans la même cage un Campagnol et un Mulot adultes, sans constater aucune animosité de l'un contre l'autre. Le Mulot, d'ailleurs, nous paraît moins agressif vis-à-vis de ses semblables que le Campagnol.

Parmi les Oiseaux, les plus importants sont, sans aucun doute, les Rapaces, et avant tout les Rapaces nocturnes, qui sont les plus grands destructeurs de petits rongeurs. Parmi les Rapaces diurnes, les deux plus importants nous paraissent être pour la région Nord-Ouest la Buse et le Faucon cresserelle, qui y sont sédentaires, et que l'on voit toujours dans les régions envahies par les Campagnols. Ces deux espèces insuffisamment armées s'attaquent peu aux volailles et au gibier. Le Faucon cresserelle ou Faucon rouge a, paraît-il, la propriété curieuse de pouvoir augmenter ou restreindre sa ponte suivant que les Campagnols et les Mulots sont en quantité plus ou moins considérable :

(1) Les entomologistes trouveront des renseignements sur la faune des nids des petits rongeurs dans les travaux de Linke, Heidenreich et Falcoz.

le nombre de petits oiseaux ou de Perdrix qu'il détruit est insignifiant par rapport aux hécatombes de petits rongeurs, qu'il fait dans les années de pullulation. Partout où il y avait des Campagnols en Haute-Normandie, nous l'avons vu en abondance ; sur nos conseils, les cultivateurs évitaient de leur faire la chasse, et ils n'eurent pas à s'en plaindre pour le gibier. La Buse, d'un naturel indolent, vit plutôt dans les bois, où elle niche, ceci explique qu'elle soit peu abondante sur nos grands plateaux, tels que le pays de Caux. Les recherches des auteurs allemands ont confirmé son rôle de grand destructeur de rongeurs : on a trouvé dans son estomac des débris de trente Campagnols, et KOLTZ évalue à six mille le nombre de petits rongeurs qu'une Buse peut détruire en un an (1).

Ces deux espèces sont donc nettement à protéger, dans les années à Campagnols, et nous nous associons au vœu de P. VAYSSIÈRE et LIENHART pour demander l'interdiction de la chasse au Grand-Duc dans les régions envahies par les Campagnols et les Mulots.

L'Épervier, l'Emerillon, le Busard Saint-Martin et le Busard Montagu, ces trois derniers beaucoup moins fréquents en Normandie, nous paraissent jouer un rôle médiocre. L'Autour reste dans les bois ; quant aux autres espèces, elles fréquentent peu les champs et n'ont pas retenu notre attention par suite de leur rareté.

Les Rapaces nocturnes, sauf le Scops qui est rare en Normandie, nous intéressent davantage ; il est facile de comprendre que ces oiseaux quittant les clochers, les granges et les bois, aux heures où les Campagnols font le plus de sorties, en détruisent de grandes quantités. Quatre espèces jouent un rôle important dans la région du Nord-Ouest : la Chouette hulotte, la Chouette effraye, le Hibou Moyen-Duc et le Hibou brachyote. On dit volontiers que la Chouette détruit en une nuit trois fois plus de rongeurs qu'un Chat dans une journée. Au moment de l'invasion de 1923-24 en Seine-Inférieure, les cultivateurs ont été frappés du nombre de Rapaces nocturnes qu'ils rencontraient dans leurs champs, c'est ainsi qu'on a vu des bandes de quinze, vingt et même davantage, de Chats-Huants à oreilles ou Hibous Moyens-Ducs.

Les services agricoles et les syndicats de défense ne sauraient trop insister auprès des agriculteurs sur le rôle de ces nocturnes dans la destruction des rongeurs et des Campagnols en particulier.

La Corneille noire et le Freux nous ont été indiqués comme faisant la chasse aux Campagnols derrière la charrue, de même que le Héron ; mais nous ne croyons pas que leur rôle soit important.

(1) BLASIUS avait déjà signalé ce rôle utile des Buses. Le comte PALESKE conseille même l'installation de perchoirs dans les champs pour permettre aux Rapaces de se reposer.

Quant à P. MADON, il pense que le rôle des Buses a été quelque peu exagéré ; il réduit à 640 par an le nombre des Rongeurs tués, et se basait sur les travaux récents faits en Allemagne, évalue leur proportion à 56 % de l'alimentation des Buses, qui se compose entre outre d'Insectivores, de gibier à poils et à plumes, de volailles, de petits oiseaux, de Reptiles, Batraciens, Poissons et Insectes.

La plupart des ouvrages signalent que les Serpents sont mangeurs de Campagnols ; si la chose est vraisemblable avec des Serpents d'une certaine taille, nous ne pensons pas qu'ils en fassent une grande consommation, étant donné les longues périodes pendant lesquelles les Reptiles cessent de manger. Nous avons constaté, d'autre part, qu'une Couleuvre de 60 centimètres pouvait parfaitement vivre pendant deux mois dans la même cage qu'un Campagnol sans chercher à le dévorer, même en n'ayant que quelques Mollusques à sa disposition.

Espèces antagonistes. — Nous entendons par espèces antagonistes les animaux dont la présence est incompatible avec celle des Campagnols. En dehors du Chat qui d'instinct se jette sur le rongeur, nous considérons qu'un des exemples les plus significatifs est celui des Rats, et il n'est pas jusqu'au Rat blanc, d'un naturel très doux, et presque domestiqué, qui n'obéisse à cet instinct. Il suffit d'introduire un Campagnol dans une cage où se trouve un Rat blanc pour s'en rendre compte ; en moins de temps qu'il ne faut pour le dire. le Campagnol est saisi par le Rat, qui lui enfonce à plusieurs reprises ses incisives à la base du crâne, et le tue avant que la victime ait pu jeter un cri. Nous pouvons citer à ce sujet, un exemple caractéristique : nous procédions dans notre fosse à une étude des pièges ; un Rat blanc avait été placé dans une cavité et paraissait y sommeiller paisiblement, quand un Campagnol, servant à nos essais, vint à nous échapper ; sur sa route, il rencontra la cavité et s'y précipita ;nous n'eûmes pas le temps d'intervenir, le Campagnol avait été littéralement happé par le Rat, qui s'acharnait sur le cou de sa victime.

Cet antagonisme nous explique l'absence des Campagnols dans les meules habitées par les Rats ou au voisinage des habitations qu'ils fréquentent; c'est peut-être la principale raison pour laquelle nous ne trouvons pas de Campagnols dans les fermes de Normandie, où malheureusement les Rats pullulent.

Parasites. — Le nombre des ecto et des endoparasites des Campagnols est assez élevé, et joue un rôle incontestable dans l'arrêt des pullulations.

Ectoparasites. — Les plus importants nous paraissent être les Puces, dont sont couverts ces rongeurs, et qui appartiennent à de nombreuses espèces, dont les plus fréquentes paraissent être : *Ctenophtalmus assimilis* Tasch., *Typhlopsylla musculi* Dug. et *Ctenocephalus uncinata* Bak. Nous pouvons y ajouter des Poux appartenant au genre *Hæmatopinus*. Parmi les Acariens nous trouvons des Sarcoptides et des Trombidides.

Par leur pullulation que favorise la température du nid, ces parasites arrivent très rapidement à le rendre inhabitable pour le Campagnol, qui le déserte ; ils contribuent, d'autre part, les Aphaniptères en particulier, à propager les maladies en passant d'un individu à l'autre. Il suffit d'examiner un Campagnol pour voir le nombre de parasites dont il est couvert, aussi le voit-on passer une partie de sa journée à se gratter à la manière d'un Chat, soit avec ses incisives, soit avec ses pattes de devant ou de derrière.

Endoparasites. — On trouve cités dans les travaux sur les Campagnols toute

une série de Protozoaires (Spirochètes, Sporozoaires, Hémosporidies, Flagellés) et de Vers (Téniadés, Trichurinés, Oxyurinés, Strongyloidés, Trichostrongilidés) qui vivent dans ces animaux, mais beaucoup d'auteurs, à part SPLENDORE (1), omettent de spécifier l'espèce de rongeur envisagée; aussi cette étude aurait-elle besoin d'être reprise par la base pour le *Microtus arvalis.*

Maladies microbiennes. — Il en est de même des maladies, dont sont atteints les Campagnols. On a pu isoler du sang du *M. arvalis* des *Staphylococcus*, des *Streptococcus*, des *Bacterium*, entre autres le *B. microti* trouvé par SPLENDORE dans des *M. arvalis* du Carso, et surtout le *Bacillus typhi murium* de LOEFFLER et DANYSZ, dont l'étude détaillée et l'utilisation pour la destruction des Campagnols va faire l'objet de longs développements dans notre seconde partie.

Nous avons constaté également qu'au laboratoire, après vérification faite par M. le Dr GUERBET, beaucoup mouraient de pneumonie pendant l'hiver.

Les Campagnols vecteurs de maladies. — Devant la coïncidence des invasions de Campagnols avec certaines maladies, on peut se demander si ces petits rongeurs ne peuvent pas contribuer à les propager. Cette opinion a été émise pour la suette miliaire et la fièvre aphteuse.

CHANTEMESSE, MARCHOUX et HAMY considèrent que les Campagnols peuvent transmettre à l'Homme la suette miliaire par l'intermédiaire des Puces; en effet, si l'on compare la carte des régions sujettes aux invasions de Campagnols avec celle des épidémies de suette, on est frappé de la concordance des lieux et des dates : on constate notamment que seules les villes sont respectées, que la maladie a un caractère essentiellement rural, et qu'elle s'étend lentement en tache d'huile par petits foyers successifs. Cette maladie, pensent ces auteurs, doit se transmettre par un intermédiaire, car elle ne traverse les fleuves que là où il y a des ponts, et atteint surtout les habitations au voisinage des champs cultivés. La suette a fait de gros ravages dans les populations rurales aux XVIIIe et XIXe siècles (2).

Pour ce qui concerne la fièvre aphteuse, la contagion est beaucoup plus problématique ; tout au plus peut-on considérer les Campagnols comme des agents facultatifs de propagation de la maladie au même titre que les Oiseaux, notamment les Corbeaux et les Étourneaux, et l'Homme lui-même, agissant dans la circonstance comme porteurs de germes.

(1) SPLENDORE a fait une étude détaillée des parasites et des maladies des Campagnols, mais plus spécialement du *Pitymys savii*, où les spécialistes trouveront d'intéressants renseignements. Cet auteur a montré que les Puces jouaient un rôle prépondérant dans la transmission des maladies à caractère épizootique. D'autre part, MORI (1917) a établi que les Bactéries du groupe *enteriditis* de GAERTNER étaient pathogènes, pour les Campagnols, et notamment les Bacilles de MERESHKOWSKY, de LASER, d'ISSATSCHENKO, de TRAUTMANN, ainsi que les Bactéries qui déterminaient des septicémies hémorragiques.

(2) Les récentes observations faites par l'Institut Pasteur dans le Poitou semblent démontrer qu'il faudrait rechercher ailleurs que dans les invasions de Campagnols les causes de la suette.

4. Déplacements du Campagnol des champs.

Sorties. — Par l'étude détaillée de la biologie du Campagnol que nous venons de faire, nous savons combien ce rongeur est actif ; il nous reste à établir comment cette activité se manifeste dans l'espace et le temps.

Pendant la journée, et surtout pendant les heures chaudes, ses sorties sont exceptionnelles, et d'une façon générale son activité est assez ralentie ; il reste dans son nid, où il use ses incisives à en mâcher la paille et ne s'arrête que pour se nettoyer ou se gratter, en s'asseyant sur son train arrière à la manière du Lapin ; de temps en temps il circule dans ses galeries, nettoie, déblaie et creuse, ne s'aventure à l'extérieur que dans les cas de disette ; avant de sortir, il s'arrête à l'entrée du trou, écoute et regarde ; à la moindre alerte il rentre dans la galerie. Ses sorties ne deviennent nombreuses qu'à la tombée de la nuit; le Campagnol fait alors preuve d'une activité débordante, allant et venant sans cesse pour accumuler les réserves ou creusant avec frénésie le sol pour étendre son réseau d'attaque ou son habitation. Martelli évalue de 1 à 4 litres et demi la quantité de terre que peut remuer un couple de *P. savii* en une journée ; le travail du *M. arvalis* est dans le même ordre d'idée, il ne s'arrête que pour se nettoyer le museau avec les pattes, et comme le *P. savii* se met quelquefois à deux pour creuser plus vite, le second rejetant à l'extérieur la terre remuée par le premier.

Nous avons vu que seules les grandes pluies et les chutes de neige entravaient les sorties du Campagnol, sans toutefois ralentir son activité souterraine. Nous avons noté qu'il pouvait même sortir dans la neige, en y creusant de longs couloirs, comme on pouvait le constater en 1923 et 1925 dans l'Eure et la Seine-Inférieure.

Vitesse de progression et démarche. — Le Campagnol trotte menu, le corps allongé, le ventre contre le sol. Il court plutôt qu'il ne marche, s'arrêtant très fréquemment et faisant même des poses assez longues ; au repos sa forme est ramassée, et la tête légèrement levée.

Nous avons essayé de déterminer la vitesse avec laquelle il progressait, et constaté que si elle pouvait être d'une trentaine de mètres à la minute dans un sentier battu ou une galerie, elle se trouvait réduite de plus d'un tiers sur la terre non tassée.

Animal essentiellement terricole, le Campagnol grimpe seulement sur les plans inclinés, mais cependant n'hésite pas à monter dans les gerbes et même assez haut dans les meules pour aller y chercher les épis qu'il emmagasine.

Il ne saute pas, mais se dresse facilement sur ses pattes postérieures à 12 et 15 centimètres, ainsi que nous l'avons noté dans l'attaque des céréales. Il profite des moindres supports pour s'échapper de la cage où on l'a placé : paille, frisette, mangeoire, abreuvoir. Dans notre fosse, à parois inclinées et à

rebord de zinc, nous n'avons cependant jamais eu de fuite, mais cela tient aux dimensions de la fosse et à la difficulté de grimper le long des parois. Nous avons d'ailleurs pu conserver provisoirement des Campagnols dans de grands bassins en zinc.

Le Campagnol ne se laisse tomber d'un plan élevé que s'il est pourchassé, ses pattes courtes et fragiles le rendent beaucoup plus prudent que les espèces voisines de rongeurs. C'est ainsi qu'un jour, les Campagnols d'une de nos cages placées sous l'appentis en ciment ayant profité d'un trou la nuit pour s'échapper, nous pûmes tous les rattraper le lendemain matin sur la tablette de l'appentis, aucun d'eux n'ayant osé sauter dans le jardin. Cette prudence paraît être une habitude acquise secondairement, si nous en jugeons par les jeunes, qui eux n'hésitent pas à se laisser tomber et se tuent d'ailleurs ainsi bien souvent.

Natation. — Les Campagnols, disent les auteurs, sont d'excellents nageurs, et Brehm signale même qu'on les a vus traverser des fleuves comme le Rhin et des bras de mer comme le Zuyderzée. Nous avons voulu nous en rendre compte. En effet le Campagnol nage bien : il nage le corps allongé, le museau en l'air avec l'arrière-train en surface et la queue tendue, il se sert activement de ses pattes, surtout de ses pattes postérieures, sa vitesse est d'une quinzaine de mètres à la minute, et l'eau ne mouille pas le poil ; mais si nous en jugeons par nos expériences, il s'épuise très rapidement, et nous doutons fort qu'il puisse résister à des courants même moyens. Dans une expérience où l'eau était légèrement agitée par un jet d'eau, notre Campagnol s'est noyé au bout de 10 mètres ; dans une autre en eau dormante, il se montra épuisé au bout de 30 mètres, mais lui ayant offert un radeau pour se reposer, il put encore nager 20 mètres.

Il est donc possible au Campagnol de traverser de petits cours d'eau, peut-être même des rivières, mais à la condition que le courant soit très faible ; dans le cas contraire, un grand nombre d'individus doivent périr ; en outre, étant donné l'état lamentable dans lequel se trouve le Campagnol en sortant de l'eau, nous doutons fort qu'il nage beaucoup et longtemps, à moins que ce ne soit pour essayer de fuir.

Les migrations. — Le Campagnol des champs est-il migrateur? aucun fait précis ne nous permet de le dire. Comme Martelli l'indique pour le *P. savii*, nous croyons seulement à des déplacements locaux, dus à des causes diverses, que nous allons examiner.

Blasius, Brehm, Grosbois parlent de bandes innombrables, grossissant en cours de route, qu'on aurait vues fuir en ligne droite et couvrir des distances de 100 kilomètres sans se soucier des obstacles, rivières ou autres. Nous venons de dire pourquoi nous trouvons problématique la traversée du Rhin en 1822 et du Main en 1823 ; nous nous demandons si l'on ne s'est pas mépris sur l'espèce envisagée. Aussi partageons-nous davantage l'opinion de J. Danysz, quand cet

auteur parle de déplacements en groupes. Lui-même déclare avoir vu une troupe importante de Campagnols traverser la voie ferrée à 9 heures du soir à Loulay près Saint-Jean-d'Angely en 1905, et signale qu'en 1904 dans la région de Ruffec on trouva de nombreux Campagnols noyés dans les abreuvoirs et les fontaines. Il nous a été rapporté que, dans l'Eure, des cultivateurs avaient assisté la nuit à la lueur de leurs phares d'automobile à des exodes en masse de Campagnols et cela à plusieurs reprises, mais il est à noter que ces déplacements n'ont pas coïncidé avec des invasions brusques en d'autres points, ni avec des disparitions globales des régions infestées. C'est pourquoi, d'après tout ce que nous avons vu en Haute-Normandie, nous pensons que ces déplacements correspondent à des migrations tout à fait locales et partielles. Les causes déterminantes en sont l'insalubrité du terrain, les façons culturales, la pullulation des parasites ou le développement des maladies, et la carence alimentaire.

Que le terrain devienne trop humide, ou qu'il se trouve bouleversé par la charrue, le Campagnol dérangé dans son travail ou menacé de l'inondation n'hésite pas à fuir pour aller chercher refuge ailleurs, c'est ce que nous avons noté dans la Seine-Inférieure à la suite des grandes pluies de l'automne 1924, et en 1925, et ce que nous constatons à chaque fois qu'une terre est labourée. De même il peut se faire que, au cours d'une pullulation, une épizootie se déclare, ou encore que l'abondance des parasites rende les nids inhabitables ; dans ce cas encore nous voyons les Campagnols fuir le fléau. De même encore, au cours d'une pullulation, les Campagnols peuvent se trouver après l'enlèvement des récoltes, qui les prive brutalement d'une partie de leurs ressources, dans un milieu insuffisant pour les nourrir. N'est-ce pas au fond ce que nous voyons, en étudiant l'évolution des pullulations de Campagnols : nous ne trouvons au début que quelques couples isolés réfugiés dans les friches, leur descendance passe dans les cultures environnantes et finit par envahir petit à petit toutes les cultures, c'est alors l'invasion (1) ; au moment de la moisson, le Campagnol dérangé se réfugie en groupes sous les moyettes ; le cultivateur enlève ses récoltes, le Campagnol se trouve à nouveau désemparé, il fuit en masse vers les prairies artificielles d'où il repasse petit à petit sur les céréales dans le cours de l'hiver. Ainsi évolue la pullulation jusqu'au jour où, décimés par les maladies, les Campagnols disparaîtront. Cet aperçu rapide nous montre que les déplacements répondent chez le Campagnol à un véritable besoin à la fois physique et physiologique ; aussi, loin de les méconnaître, nous prétendons qu'ils sont absolument normaux ; de là à ce que ces déplacements soient plus importants, et déterminent des migrations partielles, lorsque ces conditions défavorables sont poussées à l'extrême, il n'y a rien d'impossible, et nous nous expliquons fort bien qu'on ait

(1) Il serait beaucoup plus exact, comme l'un de nous l'a montré (R. Regnier, *Du rôle des insectes dans la désorganisation d'un arbre. Actes du Muséum de Rouen*, t. II, S. 2, 1925), de parler de pullulation plutôt que d'invasion. Nous n'avons pas d'exemples en effet de soi-disant invasions de Campagnols, l'invasion impliquant une migration de l'animal, mais par contre nous voyons dans tous les cas observés que le Campagnol s'est multiplié sur place, et qu'il a fait tache d'huile.

pu voir comme Danysz et les cultivateurs de l'Eure, des déplacements en masse, sans qu'on puisse pour cela parler de migration telle que nous le concevons pour des rongeurs comme les Lemmings, pour lesquels les fleuves, les lacs et les bras de mer ne constituent pas des obstacles pour leurs bandes innombrables.

5. Conditions déterminantes des pullulations de Campagnols.

Nous ne pouvons trouver de meilleure conclusion à l'étude de la biologie du *Microtus arvalis*, qu'en essayant de déterminer à la lumière des faits que nous avons exposés, les conditions dans lesquelles ce redoutable rongeur pullule, et par contre-coup celles qui amènent sa disparition. Si nous faisons la synthèse de nos observations, nous y trouvons un ensemble de causes profondes, les unes inhérentes à l'espèce, les autres à l'individu et aux conditions dans lesquelles il évolue. Cet ensemble constitue un complexe biologique, dans lequel se débat le Campagnol, et qui favorise ou défavorise sa multiplication, suivant la concordance des facteurs essentiels.

Causes internes. — Au premier rang des causes internes, nous devons placer la *puissance de reproduction du Microtus arvalis*, puissance qui permet à un couple de Campagnols, évoluant dans des conditions favorables de déterminer en moins de trois ans une pullulation de huit à dix mille individus à l'hectare. Nous y ajouterons l'*aptitude individuelle*, qui est *en fonction de l'âge, du régime* et *de la santé du reproducteur*. Il est possible également que la *consanguinité* d'abord favorable, joue à son tour le rôle de frein limitateur, en exagérant les caractères de la race, et en diminuant la résistance de l'animal aux maladies : étant donné le nombre de générations qui se succèdent en une année, la progression est très rapide, mais de ce fait, aussi la régression est accélérée ; ce n'est pas, à notre avis, une des causes les moins importantes de la disparition relativement brusque des Campagnols. Il n'est nullement nécessaire de faire intervenir les migrations pour l'expliquer : cette cause de disparition, le Campagnol la porte en lui-même ; il suffit, comme nous l'expliquions dans les pages précédentes à propos des migrations, de suivre l'évolution de toute pullulation de Campagnols pour s'en rendre compte. Au début, le cultivateur ne prête nullement attention aux quelques taches qui existent dans ses terres, parce que leur importance est pratiquement nulle ; c'est là son tort, car ces taches, après une période d'accalmie, lui indiquent le commencement de la pullulation, dont il faut chercher l'origine dans quelques couples réfugiés antérieurement dans les friches et les talus, et par conséquent en dehors de ses cultures. Et en effet, si le cultivateur observe, il constate qu'à l'automne, après la moisson, qui favorise le groupement des Campagnols, les taches s'étendent ; à l'automne suivant, c'est alors la grande invasion, qui pourra se maintenir, une, deux ou trois années suivant qu'on interviendra ou non pour l'enrayer, ou que les causes externes que nous allons étudier, seront favorables ou défavorables. En réalité, la pullu-

lation ne garde pas son intensité pendant les trois ans ; elle décroît toujours dès la première année pour les raisons que nous venons de donner, parce que la vie des Campagnols est courte et que les premières générations, qui sont les plus résistantes, arrivent au terme de leur existence, quand elles devraient assurer la continuité de la pullulation. Il en résulte que l'invasion s'éteint, et plus ou moins brusquement, suivant qu'il y a ou non concordance entre les facteurs internes et les facteurs externes.

La conséquence pratique en est que les agriculteurs commettent une lourde faute, lorsqu'ils attendent pour intervenir que la pullulation soit entrée dans sa seconde phase, non pas que le traitement ait moins d'efficacité, au contraire s'ils se servent du virus, qui agit d'autant mieux que les Campagnols sont plus nombreux, mais parce qu'ils laissent dévaster leurs cultures sans raison, que le traitement est plus onéreux, et qu'il est fait à une époque où les conditions extérieures peuvent arriver d'elles-mêmes à enrayer totalement la pullulation. C'est ce que nous avons pu constater dans la région de Gaillon pendant l'hiver 1926, où des communes qui n'avaient fait aucun traitement se sont trouvées libérées en même temps que celles qui avaient traité.

Causes externes. — Nous classons dans cette catégorie tous les facteurs indépendants de l'individu, qui ont une répercussion soit directe soit indirecte sur sa multiplication. L'étude que nous avons faite du comportement du Campagnol avec le sol, le climat, et la végétation nous a montré que *le milieu* avait une grosse influence sur lui : animal essentiellement agreste, habitant des plaines et des plateaux, très sensible à l'humidité, le Campagnol recherche les terrains à sous-sol perméable, dont la couche supérieure n'est ni trop sablonneuse, ni trop compacte, ce qui gêne l'établissement de son réseau souterrain, et qui offre suffisamment de couvert pour faciliter ses allées et venues extérieures.

Les conditions météorologiques jouent également un rôle important ; la persistance et l'abondance de la neige, en contrariant ses sorties, l'obligent à épuiser ses réserves, le froid l'empêche de travailler et l'incite à consommer davantage pour récupérer les calories perdues, alors que la nourriture a tendance à se raréfier ; les grandes pluies, le dégel font pénétrer dans le sol l'humidité, dont le Campagnol, malgré son activité ne réussit pas à enrayer la pénétration, si les périodes de mauvais temps se prolongent. Il est à noter que fréquemment les invasions de Campagnols ont lieu à la suite d'hivers doux. L'humidité défavorise le Campagnol et le met en état d'infériorité physiologique, que la carence alimentaire ne fait qu'accentuer.

La *carence alimentaire* est en fonction même de la pullulation ; nous avons vu que les Campagnols recherchaient à la fois une *nourriture riche en matières azotées* et en *principes protéiques*, et qu'ils accumulaient pour l'hiver de grosses réserves de rhizomes, de bulbes et de racines, qui leur permettent de subsister pendant les mauvais jours et de trouver d'importantes réserves alimentaires au moment de la reprise de leur activité sexuelle. Il va sans dire que l'épuise-

ment de ces réserves sera d'autant plus rapide que les individus seront plus nombreux.

Il s'ensuit, les parasites aidant, des épidémies, qui ont d'autant plus de prise que l'animal pullule, et qu'il offre moins de résistance. Martelli, Danysz sont d'accord pour attribuer aux maladies un rôle décisif dans la disparition des Campagnols. Nous partageons absolument leur manière de voir; elle découle de l'observation même des faits.

La pullulation est donc en fonction de l'espèce, de l'individu, de l'importance des réserves (et c'est là, qu'à notre avis, interviennent les friches en tant que réserves alimentaires permanentes ; les cultures permettent l'accroissement du nombre, mais pas le maintien de ce nombre), des conditions physiques, du sol, du temps, et, comme conséquence inéluctable, de la résistance aux maladies.

A ce propos, on peut se demander comment les maladies qui déciment les Campagnols, ne parviennent pas à enrayer plus tôt la pullulation, étant donné la fréquence des invasions dans les mêmes régions. Il est possible, nous soumettons cette idée aux bactériologistes, qu'il y ait neutralisation des germes pathogènes par pénétration des radiations dans le sol pendant les étés chauds, et qu'à la faveur de cette neutralisation, les Campagnols, évoluant dans des conditions favorables puissent se multiplier activement, jusqu'au jour où la résistance de quelques individus se trouvera suffisamment diminuée pour permettre l'introduction dans les groupements de Campagnols des germes épars qui auraient échappé à cette neutralisation, et qui auront d'autant plus de prise que la pullulation sera plus forte.

Nous ne parlons pas des parasites et des prédateurs ; leur multiplication est en fonction de celle des Campagnols, et tout ce que nous pouvons demander c'est d'interdire la chasse des Rapaces pendant les périodes d'invasions de rongeurs et de protéger en tout temps les Rapaces nocturnes. Parasites comme prédateurs, agissent comme freins limitateurs, et s'ajoutent ou plus exactement se superposent aux facteurs de régression, que nous venons d'examiner.

Somme toute, la pullulation, comme la régression du Campagnol, ne dépend pas d'une cause plutôt que d'une autre, mais d'une combinaison de facteurs, auxquels il ne saurait se soustraire.

Nous allons voir maintenant le parti que l'on peut tirer de cette étude générale de la biologie du Campagnol pour enrayer sa pullulation ou précipiter sa disparition.

DEUXIÈME PARTIE. — LA LUTTE CONTRE LE CAMPAGNOL DES CHAMPS

I. — *LES DIVERS MODES DE DESTRUCTION*

CONDITIONS CULTURALES DE LEUR EMPLOI. — DANGER DES POISONS DANS LES RÉGIONS D'HERBAGES. — LEUR POSSIBILITÉ D'EMPLOI POUR LES TRAITEMENTS D'EXTINCTION DE PETITES SURFACES. — POURCENTAGE D'EFFICACITÉ.

Après avoir étudié le Campagnol (*Microtus arvalis*, Pall.) nous allons passer rapidement en revue les divers moyens de destruction dont nous disposons pour réduire à un taux supportable le nombre de ces Rongeurs lors des pullulations ; ces grandes lignes esquissées, nous insisterons plus particulièrement sur la méthode basée sur l'emploi des cultures microbiennes, méthode que l'Institut des Recherches agronomiques nous a chargé d'appliquer pendant l'hiver des trois dernières années.

On peut classer les différents moyens de destruction en trois grandes catégories : les moyens mécaniques, tels que la destruction au bâton derrière la charrue ou sous les moyettes et le piégeage, les moyens chimiques, gaz ou poisons, et enfin les moyens biologiques utilisant des êtres vivants prédateurs domestiques ou parasites microbiens en particulier.

Il est intéressant de remarquer que cette classification des procédés de destruction suit en réalité l'ordre de leur apparition dans le temps : certes les maladies microbiennes ont sévi de tous temps sur les Campagnols, mais leur emploi pratique pour lutter contre ces animaux est issu des méthodes pastoriennes de la fin du XIXe siècle. En outre, comme nous allons le voir, le rendement de ces divers procédés, leur coefficient d'efficacité pour le traitement de pullulations importantes a suivi également une marche ascendante. Les procédés mécaniques sont en général longs et onéreux et ne permettent pas de réduire dans un court espace de temps de grosses pullulations ; nous ne les indiquerons que pour mémoire ; les gaz toxiques et les appâts empoisonnés parmi les procédés chimiques sont susceptibles de donner des résultats certains mais leur emploi dans la pratique agricole n'est pas toujours sans danger pour l'homme, les animaux domestiques et parfois même les végétaux qu'il s'agit en l'occurrence de protéger. Ils sont à recommander surtout pour les traitements d'extinction dans les foyers de pullulation couvrant de faibles surfaces; leur application efficace et prudente peut alors être facilement surveillée ; toutefois, dans les régions d'élevage où les animaux passent une grande partie de l'année sur le pâturage et dans celles où la chasse est en honneur on ne sau-

rait préconiser l'emploi des poisons sans mettre en garde contre les accidents qu'ils peuvent occasionner aux animaux domestiques et au gibier.

1. — Moyens mécaniques : Chasse, piégeage, submersion.

Les labours éventrent les nids des Campagnols et obligent ces derniers à chercher à distance un refuge, il est alors facile d'en profiter pour les détruire avec un bâton, ce que l'on peut faire également pendant la moisson lorsque l'on charge les moyettes ; comme nous l'avons remarqué dans la première partie, ces rongeurs ont l'habitude de creuser leurs galeries de préférence sous des abris les protégeant de leurs ennemis naturels : dans une partie couchée d'un champ de céréales, sous des moyettes ou des dizeaux, on peut dire à coup sûr qu'il y a des orifices de galeries fréquentées.

Il semble bien d'ailleurs comme le fait nous a été signalé maintes fois, que les différentes façons normales du sol bouleversent les terriers des Campagnols et contribuent pour une forte part sinon à les détruire, du moins à les éloigner momentanément ; l'absence de cultures pendant plusieurs années consécutives fut, à notre avis, nous l'avons dit, un des facteurs de pullulation de ces Rongeurs dans les régions libérées au lendemain de la guerre.

A. Chasse. — Au moment des labours d'automne ou de printemps, la charrue découvre dans les champs envahis de nombreux nids, acculant leurs habitants à la fuite en terrain découvert : de même après la moisson, l'enlèvement des moyettes permet de surprendre sous ces abris de nombreux Campagnols qui y trouvent une provende abondante et de récolte facile. On pourra donc envisager des destructions partielles lors de ces opérations culturales, en s'adressant à des bandes d'enfants armés de bâtons, dont on peut stimuler l'activité au moyen de primes à déterminer selon l'importance des ravages. Si l'opération est bien conduite, cette chasse peut être très fructueuse. L'emploi de chiens ratiers donne également de bons résultats.

B. Piégeage. — Les pièges constituent un moyen de destruction à rendement trop faible pour être employé avec succès contre des pullulations importantes, tout au plus peut-on leur demander de permettre la capture des Campagnols sur de faibles surfaces, dans un jardin par exemple, ou de nous renseigner en grande culture sur l'espèce qui met au pillage les récoltes. Nous verrons plus loin l'importance de la détermination de l'espèce pour l'application des moyens biologiques, des cultures microbiennes notamment.

Dans certaines régions de la France, on capture des Campagnols en creusant à l'aide de tarières spéciales, de loin en loin sur le trajet des sentiers de surface, des trous d'environ 35 centimètres de profondeur et 10 centimètres de diamètre à parois bien verticales. Il nous a été dit que des personnes faisant

métier de la destruction des animaux nuisibles comme les taupiers, appliquaient ce procédé dans certaines fermes et demandaient un salaire proportionnel au nombre de trous forés.

D'après les expériences que nous avons faites, il est indispensable que la section du trou soit circulaire : en effet, si l'on fore à l'aide d'un fer de bêche une cavité à section carrée ou rectangulaire, on constate que des Campagnols placés au fond peuvent parfaitement s'évader dans les *angles*, en prenant appui latéralement sur deux parois.

Quoi qu'il en soit, quand on songe à la rapidité de la multiplication des Campagnols, on conçoit aisément que pour rendre efficace un pareil procédé, il faut un nombre de fosses tel que les champs sont littéralement bouleversés ; en outre, le coût de la main-d'œuvre est élevé pour des résultats incertains. Tout au plus, pensons-nous qu'il y aurait intérêt, dans certains cas, à employer des fossés de protection pour mettre à l'abri de petites cultures ou des meules, *en prenant soin* de placer au fond de la tranchée des appâts empoisonnés ou imprégnés de cultures microbiennes.

Nous ne citerons que pour mémoire les pots vernissés ou les bassins en zinc partiellement remplis d'eau dont le bord se trouve au niveau du sol et qui peuvent être employés dans les jardins.

Dans son travail sur les Campagnols des Pouilles (Italie), G. Martelli signale que dans cette région les habitants détruisent un grand nombre de Campagnols (*Pitymys*) à l'aide d'un petit appareil de fabrication très simple, et qu'ils appellent une arbalète : cette arbalète n'est en somme qu'un lacet étranglant le Campagnol à la sortie d'un terrier par déclenchement d'un bois courbé. Martelli signale que grâce à ce procédé, en deux mois, 180 000 Campagnols furent détruits sur 2 023 hectares.

En France, dans certaines régions, dans le Gard notamment, on capture les Campagnols à l'aide de collets en laiton tendus à l'orifice des galeries et retenus par de petits morceaux de bois fichés en terre.

C. Submersion. — Comme nous l'avons vu, dans la nature on constate souvent que les Campagnols sont sinon radicalement détruits, du moins chassés des vallées par les inondations des cours d'eau. Sur les plateaux ou même lorsque la terre arable repose sur une couche imperméable, il est des cuvettes où le séjour de l'eau sur le sol pendant la mauvaise saison oblige les Rongeurs à rechercher notamment sur les crêtes un refuge plus sain.

Certains auteurs se basant sur ces observations ont conseillé comme moyen de destruction la submersion des terres ravagées. Ce procédé que l'on ne peut appliquer que dans des régions basses bien déterminées, peut donner d'ailleurs des résultats très variables : l'inondation doit être suffisamment brutale et généralisée, pour surprendre les Campagnols dans leurs terriers et ne pas leur laisser le temps de fuir devant elle.

2. Moyens chimiques.

Bien supérieurs aux moyens mécaniques sont les moyens chimiques, gaz ou poison. Néanmoins, le taux d'efficacité est limité par la consommation individuelle des appâts empoisonnés ou par la toxicité et la faculté de pénétration des gaz dans les terriers. De plus, de graves inconvénients peuvent résulter de l'emploi des poisons : on nous a cité le cas d'une ferme de l'Eure, où 14 chevaux sur 16 moururent en quelques jours pour avoir absorbé de l'*arséniate de soude* au lieu de sulfate de soude avec lequel on voulait les purger ; de même, dans une ferme de la Seine-Inférieure, deux veaux furent empoisonnés pour avoir bu dans un baquet mal lavé, dans lequel on avait préparé des appâts à la strychnine pour la destruction des Campagnols. Un autre cultivateur perdit tout son pigeonnier. Ce sont là certes des accidents dus à la négligence des traitants, ils n'en sont pas moins regrettables, et nous montrent combien il faut être prudent.

Toutefois, les appâts empoisonnés sont à conseiller chaque fois que l'on se trouve en présence de cultivateurs réfractaires à l'emploi du virus, et pour le traitement d'extinction de petites taches, sous la seule condition qu'une personne très prudente puisse en surveiller l'emploi.

A. Gaz asphyxiants. — Quatre gaz ont été employés en France contre les Campagnols : l'anhydride sulfureux, l'acétylène, la chloropicrine et le sulfure de carbone. Nous mentionnerons également l'acide cyanhydrique employé en Amérique sous la forme de cyanure de calcium pour la destruction d'animaux très voisins de nos Campagnols.

a. Anhydride sulfureux. — L'anhydride sulfureux peut être obtenu soit à partir d'anhydride sulfureux liquide, soit par simple combustion du soufre dans un courant d'air.

Le type des appareils utilisant l'anhydride sulfureux liquide est celui mis au point en Seine-et-Marne en 1920 par M. Plessy, vétérinaire départemental. Cet appareil se compose d'un récipient en cuivre ou en tôle, susceptible de résister à une pression de 4 atmosphères et muni d'un orifice de remplissage et d'une lance prolongée par un tube de caoutchouc pour l'introduction du gaz dans les galeries ; l'orifice de remplissage et la lance sont munis chacun d'une valve.

Pour le chargement, on raccorde le récipient à un obus contenant de l'anhydride sulfureux liquéfié. Cet appareil se porte sur le dos au moyen de bretelles, comme un pulvérisateur ordinaire.

De bons résultats ont été obtenus à diverses reprises avec ce procédé, notamment dans le Jura, la Côte-d'Or, en Seine-et-Marne et en Seine-et-Oise. D'après M. Jaguenaud, ex-directeur des Services agricoles de la Côte-d'Or, la quantité d'anhydride sulfureux utilisée correspondrait à $0^{gr},45$ par trou, donc

pour un hectare présentant huit trous au mètre carré, il faudrait utiliser 36 kilogrammes d'anhydride liquide.

L'emploi de l'anhydride sulfureux obtenu par combustion du soufre dans un courant d'air est très ancien : on se servait jadis d'un simple soufflet envoyant un courant d'air discontinu sur du soufre brûlant à l'intérieur d'un manchon métallique et l'on appelait cet appareil un « *fusil à gaz* ». En Italie, G. Martelli signale que l'on emploie des fumigateurs constitués par un récipient où s'opère la combustion du soufre, auquel est adjoint un ventilateur qui, aspirant l'anhydride produit, le refoule avec force dans les galeries par l'intermédiaire d'un tube.

En 1923, un constructeur rouennais, M. Allienne, mit au point un appareil portatif dans lequel le soufre brûle dans un violent courant d'air obtenu par deux ventilateurs accouplés, l'un aspirant l'air extérieur, l'autre refoulant dans un conduit en caoutchouc l'anhydride sulfureux produit. Le dernier modèle tout en aluminium ne pèse que 4 kilogrammes ; on le porte devant soi par l'intermédiaire d'une ceinture et de bretelles, la chambre où brûle le soufre est éloignée du corps par une sorte de tampon dont la tige à ailettes et les joints en amiante conduisent mal la chaleur.

On charge l'appareil avec du soufre en canon que l'on allume avec un papier soufré, puis la main gauche actionne les ventilateurs accouplés, pendant que la main droite dirige, par l'intermédiaire d'une tige de bois, l'entonnoir renversé dont est munie l'extrémité du tube de caoutchouc et qui vient coiffer les trous à traiter.

En décembre 1923, à Saint-Jean-sur-Cailly, nous avons pu expérimenter l'appareil Allienne sur des terres où l'on pouvait compter de huit à dix trous de Campagnols au mètre carré : nous avons constaté qu'il fallait environ une minute pour traiter un mètre carré dans ces conditions ; des labours de contrôle pratiqués à la bêche nous ont donné un taux d'efficacité égal à 60 p. 100.

Il est intéressant de remarquer que la combustion activée du soufre dans un courant d'air donne en réalité un mélange d'anhydride sulfureux et d'anhydride sulfurique que l'on désigne couramment sous le nom de gaz sulfureux sulfurique ; ce mélange est certainement plus toxique pour les Campagnols que l'anhydride sulfureux pur. Cette particularité expliquerait peut-être les insuccès très nets signalés récemment dans l'Aube par P. Vayssière avec le gaz sulfureux liquide.

Le traitement au gaz sulfureux sulfurique est, comme nous avons pu le constater, d'une certaine efficacité, surtout s'il est fait après hersage et roulage de la surface attaquée et par temps sec : le roulage permet en effet d'opérer plus rapidement, en ne traitant que les trous fréquentés sans avoir à boucher les autres d'un coup de talon et la sécheresse donne à la concentration du gaz une certaine stabilité.

Ce mode de destruction peut rendre des services pour éteindre des foyers

de pullulation ou pour traiter de petites surfaces, des jardins par exemple ; mais si nous nous en rapportons aux travaux de DAMSEAUX, le gaz sulfureux peut avoir une action nocive sur la végétation et surtout sur les jeunes plantes, il y a donc lieu d'être prudent pour son emploi (1).

b. SULFURE DE CARBONE. — En 1919, dans le département de la Marne, sur le territoire de la commune de Bézannes (LEBRUN), des essais de destruction au sulfure de carbone furent entrepris.

Ces essais portèrent sur une dizaine d'hectares comprenant des terres remises en culture et des terres restées incultes.

Les premières reçurent avant le traitement deux scarifiages et un roulage, les secondes un labour suivi d'un hersage et d'un roulage.

Deux jours après ces opérations, les terriers occupés furent traités à l'aide de pals injecteurs laissant couler 8 grammes de sulfure par coup de piston ; après l'introduction du sulfure de carbone, les trous étaient rebouchés d'un coup de talon.

Le lendemain, les trous réouverts furent traités à nouveau. M. LEBRUN estime que pour ces essais qui portaient sur une surface où l'on comptait environ quatre trous au mètre carré, la consommation moyenne de sulfure de carbone fut de 300 kilogrammes à l'hectare. En dehors des frais de main-d'œuvre, la dépense pour l'achat du liquide seulement dépassa à cette époque 450 francs à l'hectare.

Certes, la Commission de Bézannes chargée de vérifier l'efficacité du traitement fut unanime à reconnaître la complète efficacité du produit employé ; néanmoins, on ne peut songer par suite de son coût élevé à employer ce traitement sur de grandes surfaces.

c. ACÉTYLÈNE. — L'acétylène est obtenu par la décomposition du carbure de calcium par l'eau. On place dans les trous des morceaux de carbure de calcium de la grosseur d'une olive, on y verse un peu d'eau et on bouche. Les expériences faites en Grèce en 1918 par PAPAGEORGIOU ont montré l'efficacité de l'acétylène dans la destruction des Campagnols, malheureusement ce traitement est assez coûteux et le gaz a le défaut d'être léger, aussi ne faisons-nous que citer les expériences pour mémoire, l'emploi de l'acétylène ne pouvant être conseillé en *grande* culture (2).

d. CHLOROPICRINE. — La chloropicrine est un gaz extrêmement actif qui fut utilisé pendant la guerre ; il a l'avantage sur le sulfure de carbone de n'être ni inflammable, ni explosible, mais à cause de ses propriétés lacrymogènes et dans une certaine mesure toxiques, il est nécessaire de prendre certaines précautions pour l'employer et notamment de se servir d'un masque.

(1) Au cours d'une expérience récente faite dans un champ de Trèfle, nous avons constaté, à la suite du traitement, un arrêt dans la végétation, mais au bout de quinze jours toutes les plantes avaient repris le dessus (mars 1926).

(2) On peut utiliser, comme le font quelques agriculteurs de la Beauce, la bouteille à acétylène des automobilistes, à laquelle on ajuste un tube pour envoyer le gaz dans les trous.

Les expériences de G. Bertrand et de P. Vayssière ont montré le pouvoir toxique très puissant de ce gaz tant sur les Insectes que sur les Rongeurs.

Pour la destruction des Campagnols et des Mulots, l'application en est bien difficile pour le cultivateur. « Malgré les succès obtenus dans les régions libérées en 1919 avec la chloropicrine, succès contrôlés dernièrement dans l'Aube, nous dit lui-même P. Vayssière, j'hésite à préconiser ce gaz dont l'emploi, très onéreux d'ailleurs (150 francs l'hectare), nécessite à mon avis, un outillage que nous ne possédons pas et que les constructeurs français ne sont pas près à mettre sur le marché. Les pulvérisateurs à dos d'homme rendent d'excellents services, mais on aurait un travail autrement satisfaisant si on mettait à la disposition des intéressés soit des charrues, type sulfureuse (préconisées en 1919 par M. Ringelmann), soit des pulvérisateurs à grand rendement comparables aux arroseurs des villes. »

e. Acide cyanhydrique. — Aux États-Unis, on emploie actuellement, pour la destruction des Rats et des différentes espèces de petits rongeurs agrestes, un cyanure de calcium de formule $Ca(CN)^2$, très voisin de la cyanamide qui répond à la formule $CaCN^2$. Alors qu'en réaction avec l'eau, la cyanamide se décompose en urée et hydrate de chaux, le cyanure de calcium $Ca(CN)^2$ donne un dégagement d'acide cyanhydrique et de l'hydrate de chaux.

Ce produit est généralement employé sous la forme d'une poudre très fine que l'on insuffle dans les terriers à l'aide de poudreuses spéciales mises en vente par la Compagnie fabriquant le produit (1) : il faut envoyer de la poudre jusqu'à ce que l'on voie apparaître de petits nuages aux orifices voisins, que l'on bouche d'un coup de talon pour empêcher les déperditions de gaz. Au contact de l'humidité, le cyanure pulvérulent donne un abondant dégagement d'acide cyanhydrique. Le traitement est plus rapide qu'avec le gaz sulfureux (2).

D'excellents résultats allant jusqu'à une destruction de 95 p. 100 auraient été obtenus en 1923-24 contre le « Columbian ground Squirrel » (*Citellus Columbianus*), rongeur causant de gros ravages aux céréales dans les États de Washington, Idaho, Oregon et Montana.

B. Appâts empoisonnés. — Diverses substances peuvent être employées pour empoisonner les Mulots et les Campagnols. Des recherches récentes, il ressort que trois surtout sont à retenir : le pain de baryte, l'acide arsénieux et le phosphure de zinc préconisés par l'Institut des Recherches agronomiques.

a. Pain de baryte. — La formule du pain de baryte est la suivante :

Farine	80	parties en poids.
Carbonate de baryte	20	—

On mélange la farine et le carbonate avec soin et on y ajoute de l'eau et de la

(1) On peut se servir d'une soufreuse à dos ordinaire, munie d'un tube assez long et recourbé à l'extrémité pour pénétrer dans le trou.

(2) Cette importante question est actuellement au programme d'études de la station entomologique de Rouen.

levure pour faire une pâte qu'on laisse fermenter. La cuisson de cette pâte doit être aussi prolongée pour obtenir un produit dur et sec qui se brise avec facilité et sans déchet.

On distribue cet appât par morceaux de la grosseur d'une noisette préalablement trempés si possible dans du lait écrémé, à raison de un à trois morceaux par trou.

On peut se procurer le carbonate de baryte sans aucune formalité chez tous les droguistes. De même la fabrication du pain de baryte peut se faire librement, mais il ne faut pas oublier que ce produit est cependant toxique pour l'homme : aussi faut-il prendre des précautions, ne pas le cuire dans un four de boulangerie sans nettoyer ensuite ce dernier avec le plus grand soin. De même il convient de se laver les mains avec de l'eau vinaigrée après l'avoir manipulé.

b. Acide arsénieux. — En raison de leur grande toxicité, les appâts empoisonnés à l'acide arsénieux ne peuvent être préparés et vendus que par un pharmacien et dans des conditions fixées par le décret du 14 septembre 1916 (art. 12), sur le commerce des substances vénéneuses.

C'est donc à un pharmacien ou à un droguiste pharmacien que les agriculteurs devront s'adresser pour se procurer les appâts empoisonnés à l'acide arsénieux.

La formule qui est le plus souvent employée est la suivante :

Avoine aplatie..................................	20 kilogrammes.
Mélasse..	1 kilogramme.
Acide arsénieux..................................	2 kilogrammes.
Matière colorante intense noire, verte ou bleue	Q. S.

Cet appât se répand à la dose de 3 à 5 kilogrammes à l'hectare.

Pour préparer l'appât ou le faire préparer sous sa responsabilité, le pharmacien pourra utiliser un fût tournant autour d'un axe horizontal perpendiculaire au centre des fonds et muni d'une porte à coulisse. On mélangera d'abord intimement l'avoine aplatie et la mélasse additionnée de deux fois son poids d'eau. Puis on ajoutera à cet ensemble l'acide arsénieux coloré et on mélangera le tout par un mouvement de rotation *dans les deux sens*.

Parmi les colorants, on peut employer en première ligne les substances dites « à l'eau » : nigrosine bleu ou mieux vert qui sont des dérivés de l'aniline et dont les quantités très faibles colorent d'une façon intense les grains destinés aux appâts ; $0^{gr},5$ d'un de ces trois colorants suffit largement pour 250 grammes d'acide arsénieux, soit pour colorer $2^{kg},500$ de grains.

Ces manipulations seront faites autant que possible dans une pièce close. L'opérateur pourra être muni d'un masque pour se protéger contre les poussières d'acide arsénieux.

L'avoine ainsi préparée sera répandue à l'air, en couches minces, dans un

endroit sec. Le grain peut être employé dès qu'il est suffisamment séché, mais il peut être conservé longtemps dans des fûts de bois sans perdre ses propriétés et sans s'altérer.

Les récipients qui contiendront ces appâts empoisonnés devront, suivant les prescriptions du décret du 14 septembre 1916, être soigneusement revêtus d'une étiquette rouge orangé portant en caractères très apparents la dénomination d'acide « arsénieux ». Ils seront entourés d'une bande de même couleur orangé sur laquelle sera inscrit le mot « Poison ».

Les ventes ne pourront être consenties qu'à des personnes âgées d'au moins dix-huit ans, connues ou justifiant de leur identité contre un bon de commande ou un reçu détaillé.

c. Phosphure de zinc. — Le phosphure de zinc figurant ainsi que l'acide arsénieux au tableau annexé au décret du 14 septembre 1918, la préparation et la vente des appâts empoisonnés contenant ce produit seront réservés aux pharmaciens.

Les agriculteurs, comme il a été dit précédemment, devront donc s'adresser à un pharmacien, pour se procurer les appâts dont il s'agit.

Celui-ci devra les préparer comme suit :

Grains secs	100 kilogrammes.
Phosphure de zinc	3 à 4 —
Matière colorante intense noire, verte ou bleue .	Quantité suffisante.

Dose à l'hectare : 10 à 15 kilogrammes.

Pour préparer cet appât, le pharmacien prendra de préférence des grains de maïs ou à défaut d'autres céréales, des fèves, des pois chiches ; après les avoir concassés et pesés, il les fera macérer et gonfler dans l'eau pendant douze heures. Il les mélangera ensuite avec le phosphure de zinc au préalable additionné du colorant.

En ce qui concerne le choix des colorants, il est conseillé de se servir, comme pour les appâts à l'acide arsénieux, des substances dites « à l'eau », nigrosine bleu ou mieux vert. Ces substances, dérivées de l'aniline, colorent d'une façon intense par quantités très faibles : $0^{gr},5$ d'un de ces trois colorants suffit largement pour 100 grammes de phosphure de zinc, soit pour colorer $2^{kg},500$ de grains. On peut ajouter, pour rendre le mélange plus attractif, une petite quantité d'huile frite.

Cet appât doit être employé et répandu dans les champs aussitôt après sa préparation, pour éviter la décomposition du phosphure avec production d'hydrogène phosphoré. D'ailleurs, sa préparation doit se faire autant que possible en plein air et loin des endroits habités qui pourraient être incommodés à la longue par le dégagement de ce gaz.

Il existe d'autres substances toxiques qui sont également très efficaces :

les appâts à base de strychnine ou de noix vomique (1), l'extrait de scille ou scillitine et même les décoctions de racines de Bryone (HUBER) constituent des poisons violents pour les rongeurs.

Les poisons n'ont qu'un inconvénient qui apparaît immédiatement à l'esprit du cultivateur : ils sont dangereux pour les animaux domestiques et le gibier. L'homme, lui, peut les manipuler sans danger, il lui suffit d'être très prudent, de ne pas laisser les poisons à la portée des enfants et de se laver énergiquement les mains après chaque manipulation. A ce propos, M. J. MALABRE, professeur d'agriculture à Rouen, a bien voulu nous dire que l'on employait dans certaines régions de l'Allemagne, en Rhénanie notamment, un appareil très simple et peu encombrant pour déposer automatiquement une pincée d'appâts empoisonnés dans les trous : cet appareil (fig. 12) se compose d'un réservoir en fer-blanc tronconique dont la petite base est reliée par l'intermédiaire d'un distributeur A à un tube métallique ; le distributeur est un cylindre creux dont les parois présentent à l'intérieur un épaulement circulaire sous lequel une sphère pleine creusée en godet à l'un de ses pôles peut tourner autour d'un axe horizontal solidaire d'une manivelle placée à l'extérieur.

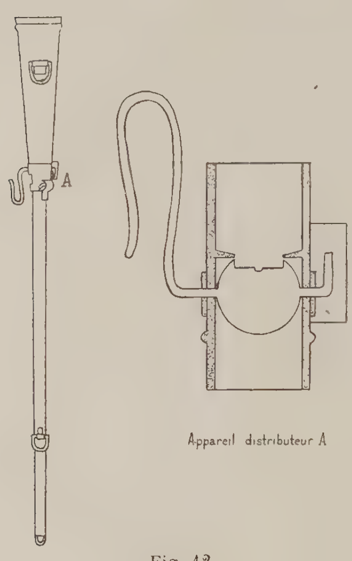


Fig. 12.

Le réservoir étant plein de grains empoisonnés ainsi que le godet, un demi-tour de manivelle opère le déversement du contenu du godet en même temps que l'oblitération du récipient ; après un tour de manivelle, le godet est à nouveau chargé. Le tube inférieur conduit dans les trous les appâts ainsi dosés, sans que l'on ait à manipuler le produit. L'ensemble de l'appareil se porte au moyen d'une bretelle comme un fusil renversé.

En Rhénanie, de semblables distributeurs appartiennent aux communes qui les louent aux cultivateurs.

Les appâts empoisonnés rendent de très grands services ; depuis longtemps, ils ont fait leurs preuves, aussi se recommandent-ils tout particulièrement à l'attention des cultivateurs, soit pour compléter les traitements par le virus, soit aussi pour le remplacer quand celui-ci ne peut être fabriqué en quantités suffisantes ou dans des conditions satisfaisantes.

(1) C'est généralement ce produit auquel ont recours le plus fréquemment les cultivateurs : la préparation se fait comme pour l'acide arsénieux.

3. Moyens biologiques.

Par moyen biologique de destruction, nous entendons tout procédé utilisant et même exagérant en faveur de l'homme certaines réactions naturelles. Nous appellerons moyens biologiques, par exemple, la destruction des Rongeurs par la protection et surtout la multiplication de leurs ennemis naturels, sans préjuger d'ailleurs de la nature de ces ennemis : Mammifères, Oiseaux, Invertébrés ou Microbes.

A. **Protection des prédateurs.** — Ainsi que nous l'avons indiqué, les carnassiers indigènes font une consommation énorme de Rongeurs. Nous ne citerons que pour mémoire le Chien et le Chat ; principalement ce dernier peut rendre en cas de pullulations, de très grands services ; dans les régions fortement ravagées, on observe souvent que les Campagnols, sont peu abondants autour des fermes ou des hameaux, sans doute faut-il attribuer cet état de choses aux chasses nocturnes qu'entreprend le Chat domestique.

Incapables de prévoir les pullulations de Campagnols nous ne pouvons songer à augmenter en temps voulu le nombre de ces auxiliaires domestiques ; par contre, il semble bien que lorsque le nombre des Rongeurs va croissant, leurs ennemis naturels suivent la même progression, que de fois nous a-t-on signalé lors des fortes pullulations de la Seine-Inférieure ou de l'Eure, l'apparition concomittante de nombreux carnassiers et surtout d'oiseaux de proie, rapaces diurnes et nocturnes. Lorsque ses cultures seront ravagées, le cultivateur devra savoir reconnaître parmi les prédateurs ceux qu'il a intérêt à protéger, et dont nous avons déjà parlé (Voir page 447).

B. **Les maladies microbiennes, les virus.** — Dans la seconde moitié du XIXe siècle, les études pastoriennes mirent en évidence l'importance des microbes dans la genèse des maladies s'abattant sur l'Homme ou sur les animaux.

On devait bientôt songer à faire contracter aux animaux nuisibles de véritables épizooties artificielles, en leur faisant ingérer des aliments souillés par des cultures très virulentes de microbes.

Vers 1850, des Lapins furent introduits en Australie à seule fin de servir de cible aux chasseurs ; trouvant là des conditions favorables pour leur multiplication, ils se mirent bientôt à pulluler, occasionnant des dégâts considérables aux cultures. Le gouvernement s'émut et, après avoir essayé divers procédés, offrit une somme à qui trouverait un moyen de destruction « pour exterminer d'une manière efficace les Lapins » sans employer des matières qui pourraient nuire aux animaux domestiques : Chevaux, Moutons, Chèvres, Porcs et Chiens.

Pasteur, ayant eu connaissance de cette offre par la voie de la presse, eut alors l'idée d'appliquer à la destruction des animaux nuisibles les méthodes de cultures microbiennes, qui jusque-là n'avaient servi qu'à la prophylaxie des maladies. Dans une lettre qu'il fit parvenir au journal *le Temps* le 27 novembre 1887, Pasteur suggérait la possibilité de l'emploi du microbe du Choléra des Poules pour communiquer aux Lapins une maladie contagieuse; il faisait ainsi ressortir les avantages que l'on pourrait tirer de cette méthode : « On a employé jusqu'à présent, pour la destruction de ce fléau des substances minérales, notamment des combinaisons phosphorées. En s'adressant à de tels moyens n'a-t-on pas fait fausse route? Pour détruire des êtres qui se propagent selon les lois d'une progression de vie effrayante, que peuvent de tels poisons minéraux? Ceux-ci tuent sur place là où on les dépose; mais, en vérité, pour atteindre des êtres vivants, ne faut-il pas plutôt, si j'ose le dire, un poison comme eux doué de vie et, comme eux, pouvant se multiplier avec une surprenante fécondité ? Je voudrais donc que l'on cherchât à porter la mort dans les terriers de la Nouvelle-Galles du Sud et de la Nouvelle-Zélande, en essayant de communiquer aux Lapins une maladie pouvant devenir épidémique. » Des expériences faites en France, notamment à Reims, confirmèrent le bien-fondé de cette hypothèse et une mission française fut envoyée en Australie pour appliquer en grand le procédé. Des rivalités d'intérêt surgirent sur place qui en empêchèrent la réalisation (Loir, 1892).

Nous avons là la première idée de l'emploi des cultures microbiennes pour lutter contre les animaux nuisibles. Pratiquement, quand il s'agit de la destruction des animaux nuisibles à l'agriculture, on entend par virus, toute culture microbienne susceptible de déterminer chez ces ravageurs une maladie contagieuse.

Ces maladies certes sévissent dans la nature, mais il est à remarquer, qu'en général elles ne deviennent efficaces que lorsque l'hôte lui-même, ayant trouvé des conditions favorables, s'est multiplié à tel point que la contagion devient un facteur constant ; or, à ce moment, par leur nombre même, les ravageurs ont détruit les récoltes. Les cultures microbiennes ou virus permettent de devancer la nature, de déterminer artificiellement, au moment favorable, une véritable *épizootie*.

Splendore, dans un récent travail paru en 1918, préconise la propagation artificielle sans appâts de maladies observées dans la nature sur les Campagnols. D'après cet auteur, il faudrait préférer à l'emploi de cultures microbiennes sur milieux artificiels des bactéries prélevées sur Campagnols trouvés morts au début d'une pullulation. On injecterait ensuite le produit de la désagrégation de la rate ou du foie de ces animaux atteints dans de l'eau physiologique salée à 0,8 p. 100 à des Campagnols sains, puis on procéderait à une dissémination raisonnée de ces animaux inoculés dans tous les trous frais d'une localité.

Le gros inconvénient de cette méthode réside dans la difficulté que l'on

a souvent pour se procurer au moment opportun le grand nombre d'animaux nécessaires pour traiter une pullulation importante.

Autant que possible, les virus doivent être très spécifiques, c'est-à-dire être pathogènes pour des espèces animales bien déterminées ; le meilleur type en est actuellement le virus Danysz, qui ne détruit que les petits Rongeurs : Rats, Mulots, Souris et Campagnols; et qui est sans danger pour l'homme, les animaux domestiques et le gibier. Certes, la préparation du virus, sans présenter de difficultés considérables, est relativement délicate et nécessite, comme nous le verrons, en dehors de quelques connaissances bactériologiques, un outillage assez onéreux ; quoi qu'il en soit, chez le cultivateur, l'imprégnation des appâts et l'épandage sont deux opérations extrêmement simples ne présentant aucun danger.

A l'encontre de ce qui se passe parfois avec les poisons, les appâts imprégnés de virus n'éveillent jamais la défiance des animaux : sans doute, faut-il attribuer cet avantage non seulement au goût du bouillon qui sert de substratum à la culture, mais encore à ce fait que la mort est relativement lente. En outre, comme le faisait remarquer Pasteur, la contagion multiplie l'efficacité du procédé.

Tous ces facteurs réunis, fabrication simple, application sans danger, augmentation de l'efficacité par la contamination rendent ce procédé particulièrement économique. Quand on songe que ce traitement revient au cultivateur à une quinzaine de francs par hectare (1925), compte tenu de l'achat du virus, du coût de l'avoine et de la main-d'œuvre, on ne peut que demeurer surpris de la disproportion entre la dépense engagée et les résultats obtenus.

Le plus grave inconvénient que l'on puisse reprocher actuellement au virus, c'est l'impossibilité de le conserver au delà d'un certain laps de temps : les cultures en grands bidons, telles que nous les avons livrées pendant l'hiver 1923-24, devaient servir à imprégner de l'avoine aplatie dès leur sortie de l'étuve et cette avoine, à son tour, devait être répandue le jour même de son imprégnation ou au plus tard le lendemain. Grâce à notre nouvelle méthode, basée sur la dilution de cultures riches logées en petits bidons pour lesquels l'asepsie peut être plus sérieusement réalisée, il est déjà possible de conserver ces cultures deux ou trois jours avant l'emploi si le temps ne permet pas l'épandage immédiat des appâts. Nous sommes d'ailleurs persuadés que cette question de conservation dépend principalement des récipients employés et que l'emploi de récipients à petit goulot, donnera une solution satisfaisante à ce problème.

II. — LE VIRUS DANYSZ. — SON UTILISATION

I. Le *Bacillus typhi murium*. Historique.

Le *Bacillus typhi murium* fut isolé par Loeffler, professeur de bactériologie à Greifswald (Poméranie) du sang de souris blanches mortes à son laboratoire. Les cultures de ce microbe furent utilisées en Thessalie (Grèce) en avril 1892 pour la destruction des Campagnols.

Au début de février 1893, M. J. Danysz trouve dans le sang de Campagnols (*Microtus arvalis*), de Mulots (*Apodemus sylvaticus*), de Souris naines (*Mus minutus*) et de quelques Souris domestiques (*Mus musculus*), provenant de Charny (Seine-et-Marne), un bacille très pathogène pour petits Rongeurs. C'est ce dernier bacille qui est actuellement cultivé par l'Institut Pasteur de Paris.

On utilise quelquefois en France un virus introduit par le Dr de Christmas, et dont la bactérie avait été isolée au Danemark par Neumann (d'Oalberg) en 1903. Ce virus serait une variété du *Bacillus typhi murium.* Des essais de destruction de Rats effectués par M. Bricaud, professeur d'agriculture à Yvetot, auraient donné de bons résultats.

Position systématique. — Le *Bacillus typhi murium*, types de Loeffler ou de Danysz, comme le *Bacillus Ratti* de Danysz, pathogène pour les Rats, appartient à l'importante famille microbienne des Bactériacées.

Lehmann et Neumann ont distingué dans cette famille des Bactériacées de Migula : le genre *Bacterium* ne se reproduisant pas par formation de spores et le genre *Bacillus* se reproduisant toujours au contraire par endosporulation.

Dans le genre *Bacterium*, on distingue généralement deux groupes principaux : le premier, dit des Coccobacilles à coloration polaire, englobe le *Bacterium pestis* de Yersin, le bacille du chancre mou (*Bacterium ulceris cancrosi*, Ducrey) et le microbe de Bordet et Gengou. Ces microbes qui déterminent chez l'homme respectivement la peste, le chancre et la coqueluche sont des coccobacilles en navette à vacuole centrale incolore, se décolorant par la méthode de Gram, avec tendance aux localisations ganglionnaires.

Dans un second groupe de Coccobacilles, on a rangé en particulier le bacille d'Eberth (*Bacterium typhi*), les paratyphiques A. et B. et comme variété du paratyphique B. *le Bacillus typhi murium*, le *Bacterium coli* d'Escherich, les microbes de la dysenterie et le premier bacille de Friedlander.

Nous ne citerons que pour mémoire dans le genre *Bacillus*, les Bactéridies bien connues du charbon et du tétanos.

En 1900, à la suite de recherches sur les microbes des septicémies hémorragiques, J. Lignières a séparé dans ce groupe confus deux nouveaux groupes : les Pasteurelloses et les Salmonelles. Sous le nom de Pasteurelloses, on désigne avec Lignières tout un groupe d'infections septicémiques sévissant sur les animaux, causées par des microbes très voisins des Coccobacilles à coloration polaire précédemment cités et déterminant la production de symptômes très semblables, parmi lesquels les plus fréquents sont les symptômes d'entérite et des phénomènes hémorragiques. Le prototype des Pasteurelles est le microbe du choléra des Poules étudié par Pasteur, à qui il suggéra l'atténuation des cultures microbiennes et leur transformation en vaccins.

Sous le nom de *Salmonella* (1), Lignières groupe un certain nombre de microbes pathogènes pour l'homme et les animaux caractérisés par une forme en bâtonnets courts généralement très mobiles, présentant des cils sur toute la périphérie, aéroanaérobies ne prenant ni le Gram ni le Weigert, et ne sporulant pas.

Parmi ces Salmonelles, nous trouvons la *Salmonella hominis* qui n'est autre que le Bacille paratyphique B. ainsi nettement isolé du paratyphique A. qui s'apparente beaucoup plus au bacille d'Eberth.

Le *Bacillus enteritidis* de Gaertner et des infections alimentaires figurent sous la dénomination de Salmonelloses à infections carnées. Suivent différentes Salmonelloses animales : porcine, ovine, bovine, équine, *Salmonella psittaci* virulente pour Perroquets et Perruches avec transmission possible à l'homme, et enfin la Salmonelle murine qui n'est autre que le *Bacillus typhi murium* de Loeffler.

Nous pensons avec M. J. Danysz qu'étant donné la similitude des symptômes de la fièvre paratyphoïde de l'homme (paratyphique B.) avec ceux de la maladie communiquée aux petits Rongeurs, il y a lieu de considérer ce microbe comme une variété du Paratyphique B. et de maintenir le terme de *Bacillus typhi murium* de Loeffler en lui adjoignant le qualificatif d'origine de race : type D (pour les cultures de l'Institut Pasteur) ; car il semble bien que les propriétés du microbe, la constance de la virulence en particulier, soient fonction de la race (2).

(1) Pour rendre hommage au Dr Salmon qui, en Amérique du Nord avec Smith, avait découvert dans le Hog choléra, le microbe qui devait servir de prototype au nouveau groupe.

(2) Il faut sans doute considérer comme des races du *B. typhi murium* de Loeffler, les microbes suivants isolés par différents expérimentateurs (d'après Mori) :

Bacillus typhi spermophilorum Merechskowsky, pathogène pour un *Spermophilus*, petit rongeur des steppes de Russie.

Bacille de Laser (de Kœnigsberg), pathogène en Allemagne pour *Mus agrarius* Pallas.

Bacillus d'Issatschenko, pathogène pour le Rat blanc.

Bacille de Trautmann, pathogène pour le Rat gris.

Bacillus septicemiæ murium Grimm., pathogène pour les Rats.

Bacillus pitymysi de Splendore pathogène pour les Campagnols (*Pitymys*) cet auteur en a isolé en Italie quatre races qu'il désigne par les chiffres I, II, III, IV.

Bacterium muris de Splendore pathogène pour *Mus sylvaticus*.

Bacterium microti de Splendore, pathogène pour *Microtus arvalis*.

2. **Le** *Bacillus typhi murium* **type D**. (Voir fig. 13).

Morphologie. — Coloré par la méthode de Gram, ce bacille se présente sous la forme de petits bâtonnets à bouts arrondis, plus ou moins longs depuis la forme de *coccus* à peine ovoïdes d'environ $0^{mm},5$ à $0^{mm},8$ de long sur $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$ de large jusqu'aux bâtonnets dix à douze fois plus longs que larges. Il peut arriver que les formes courtes donnent naissance à de petites chaînettes par accolement des microbes côte à côte et non bout à bout.

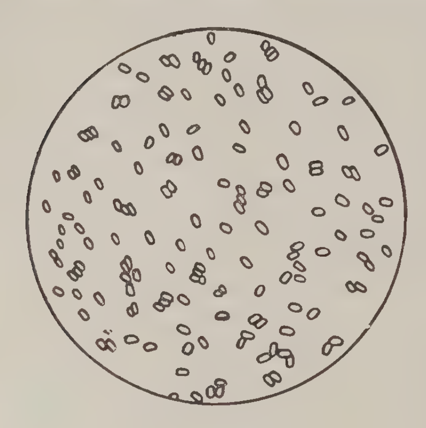


Fig. 13. — Le *Bacillus typhi murium* type D. (grossi 1200 fois).

Dans les cultures jeunes, on rencontre d'une façon pour ainsi dire constante la forme *coccus* ; dans les cultures âgées seulement, on trouve parfois de longs bâtonnets. Dans ce cas, seule la coloration après le Gram permet de distinguer le *B. typhi murium* coloré en rouge du *Bacillus subtilis* en bâtonnets cylindriques trois fois aussi longs que larges et colorés en violet.

Les cils vibratiles au nombre de 6 à 12 et très longs sont animés de mouvements rapides.

Réactions colorantes. — Coloration par la méthode de Gram. Principe de la méthode : frottis, dessiccation, fixation, traitement au violet cristal phéniqué, mordancer par la liqueur de Lugol (solution iodo-iodurée), laver à l'eau distillée, traitement à l'alcool-acétone (1) vingt à trente secondes pour décolorer (différenciation), laver à l'eau distillée, colorer avec quelques gouttes de fuchsine, diluer dans l'eau versée sur la préparation, afin d'obtenir une teinte

Méthode de Gram.

Préparation du violet cristal phéniqué :

Violet cristal	5 grammes.
Alcool à 90°	10 cent. cubes.
Acide phénique cristallisé	2 grammes.

Triturer dans un mortier le violet cristal et l'alcool.

Introduire le mélange dans un flacon après avoir rincé le mortier avec 100 centimètres cubes. Laisser vingt-quatre heures en agitant de temps en temps, puis filtrer.

Liqueur de Lugol :

Iodure de potassium	2 grammes.
Iode	1 gramme.
Eau distillée	300 cent. cubes.

Alcool-acétone de Nicolle :

Alcool absolu	5 parties.
Acétone	1 partie.

(1) Il est important de ne pas trop insister sur cette réaction.

Fuchsine phéniquée de Ziehl :

Fuchsine	5 grammes.
Alcool à 90°	10 cent. cubes.
Acide phénique	5 grammes.

Même préparation que pour violet cristal phéniqué.

Avec ces formules :

Violet cristal	1 minute.
Sans laver.	
Liqueur de Lugol	1 minute.
Laver eau distillée :	
Décoloration alcool-acétone	20 à 30 secondes.
Laver eau distillée :	
Dilution de fuchsine	1 minute.

rosée. Laver à l'eau distillée, sécher, monter. Examen dans l'huile de cèdre avec objectif à immersion au 1/12.

Comme nous le verrons plus loin, cette méthode permet de se rendre compte de la pureté des cultures obtenues, car le microbe ubiquiste qui a des chances de supplanter le *Bacillus typhi murium* est le *Bacillus subtilis*, qui se développe rapidement dans toutes les infusions végétales, prend le Gram, c'est-à-dire reste coloré en violet après la réaction alors que le *B. typhi murium* ne prenant pas le Gram, prend une teinte rouge.

Il peut être intéressant, pour différencier nettement le *B. subtilis* du *B. typhi murium*, d'examiner la préparation au cours de la réaction de Gram après traitement au violet cristal et différenciation à l'alcool-acétone ; à ce stade, apparaissent seuls colorés en violet les *B. subtilis* éventuels, le *B. typhi murium* étant incolore. Après cet examen, on continue la réaction, qui fait apparaître le microbe cultivé. Ce dédoublement de la réaction est nécessaire lors des premiers contrôles, pour juger nettement de la différence de coloration entre les bâtonnets de *B. subtilis* et les chaînettes ou bacilles que l'on peut rencontrer dans certaines cultures de *B. typhi murium.*

Réaction d'agglutination. — Un des caractères les plus constants du *Bacillus typhi murium* réside dans son agglutination rapide par le sérum de lapin vacciné. Cette réaction est toujours employée pour s'assurer de la présence du microbe dans le sang d'animaux contaminés ou dans des cultures. Il faut dire qu'il partage cette propriété avec tout le groupe du paratyphique B.

Pour le mettre en évidence, on dépose sur une lame quelques gouttes d'eau physiologique à 0,8 p. 100, on ajoute à l'aide d'un fil de platine flambé une trace de sérum de lapin vacciné, puis une trace de la culture à examiner. On constate bientôt que l'émulsion primitive flocule peu à peu et on voit apparaître dans le liquide de petits grumeaux.

Le sérum des animaux inoculés avec le B. *typhi murium D* devient deux fois plus agglutinant pour lui que pour les autres *B. ratti* du même groupe. Il y aurait, d'après G. Markl, une différence entre la réaction d'agglutination du Bacille de Danysz et celui de Loeffler ; le sérum d'un Lapin inoculé sous la peau avec une culture stérilisée de bacille de Danysz agglutine la culture de

ce bacille quand il est ajouté à la dose de 1/50 ou 1/100, alors qu'il n'a pas la même action sur la culture du bacille du Typhus des Souris.

Cultures. — D'après M. J. Danysz, le *B. typhi murium* type D pousse bien dans tous les milieux de culture usuels, mais avec un peu moins d'abondance et de rapidité que le *Bacterium coli.*

Les colonies isolées d'une culture de vingt-quatre heures sur gélose présentent l'aspect de fines gouttelettes translucides qui deviennent avec le temps, de plus en plus troubles, sans jamais devenir complètement opaques.

D'après Hurler, sur gélose caféinée à 0,3 p. 100, le microbe D donne comme le paratyphique B. des cultures mobiles, tandis que tous les autres microbes appartenant à la famille des colityphiques, y compris les autres *Bacillus typhi murium*, donnent des cultures immobiles.

D'après M. J. Danysz, le microbe D se distingue encore des autres *Bacillus ratti* en ce qu'il ne décompose pas l'acide citrique.

Il partage, en outre avec tous les paratyphiques la propriété de faire fermenter les sucres réducteurs : glucose, fructose et maltose, sans altérer les sucres non réducteurs, saccharose, lactose et raffinose.

Pour le distinguer d'un *coli*, les réactions les plus simples seraient donc de le cultiver dans du lait qu'il ne coagule pas, tandis que le coli coagule le lait en vingt-quatre à quarante-huit heures, ou bien sur la gélose de Conradi Drygalski que le bacille D colore en bleu, tandis que le *coli* le colore en rouge vif.

Pour le différencier du bacille typhique, on fait des cultures comparatives dans des milieux contenant un peu de dulcite ou d'arabinose qu'il fait fermenter, tandis que le microbe d'Eberth n'y produit aucune réaction.

Tous les milieux de culture peuvent être employés, comme nous l'avons vu, pour obtenir la multiplication du *B. typhi murium*, néanmoins pour la préparation du virus en grandes quantités, il importait de trouver un milieu économique d'obtention facile et assurant malgré cela une bonne multiplication.

Dès 1913, M. J. Danysz signalait qu'il était possible de faire développer le microbe dans des infusions de foin, de paille, de Pommes de terre ou de Haricots blancs, mais disait-il « c'est au bouillon de viande ou d'extrait de viande que l'on doit donner la préférence, parce que le bouillon de viande donnera les meilleures garanties au point de vue de la conservation des propriétés vitales des microbes et de leur virulence et que, tout compte fait, les cultures obtenues avec ce bouillon ne coûteront pas beaucoup plus cher que celles obtenues avec les infusions de paille ou de Haricots ».

Lorsqu'en 1923, nous dûmes fabriquer du virus en bidons à lait de 20 litres, le milieu de culture préconisé par l'Institut Pasteur était à base de son et de sel : 300 grammes de son et 75 grammes de sel pour environ 18 litres d'eau ; en 1924, le son fut porté à 500 grammes et le sel à 100 grammes. Nous avons dit milieu à base de son et de sel; en effet, le passage à l'autoclave, à 120° produit l'hydrolyse de l'amidon adhérent aux particules de son et le milieu s'enrichit

en sucres et en matières azotées solubles. Une analyse faite par les soins de M. Brioux, directeur de la Station Agronomique de la Seine-Inférieure, nous a donné les résultats suivants pour un passage de vingt minutes à 120° du milieu initial composé de 25 grammes de son et 5 grammes de sel pour 1 litre d'eau :

Par litre de filtrat:

Sucres réducteurs	0,113
Sucres non réducteurs (saccharose, etc.)	0,851
Amidon soluble, dextrine, etc	1,185
Matières azotées	1,08

Un passage d'une demi-heure à 120° du même milieu que précédemment, nous a donné les résultats suivants tels qu'ils résultent de l'analyse de M. Rosset, directeur du Laboratoire municipal de la ville de Rouen.

Par litre de filtrat:

Sucres réducteurs	1,95
Sucres non réducteurs	1,36
Amidon et dextrine	3,77
Matières azotées	1,84

On voit donc que l'augmentation du temps de stérilisation a surtout augmenté la proportion d'amidon soluble et de sucres réducteurs.

Les cultures faites sur ce milieu pendant les deux premières campagnes, et souvent dans des conditions d'asepsie très précaires, nous ont donné certes, employées telles quelles, d'excellents résultats. Néanmoins, lorsque nous eûmes l'idée, pour simplifier les manipulations tout en obtenant des cultures plus riches et plus pures, de revenir à la méthode de dilution, il nous parut indispensable d'utiliser un milieu plus riche en sucres réducteurs et en matières azotées, substances nutritives particulièrement favorables au développement du *B. typhi murium*.

A la suite de ces analyses et après quelques tâtonnements, nous avons reconnu que la formule suivante assurait une bien meilleure multiplication du bacille :

Eau	1 litre.
Son	25 grammes.
Chlorure de sodium	5 —
Glucose	$2^{gr},5$
Extrait de viande	$2^{gr},5$ (1).
Craie	$2^{gr},5$

Comme l'indique le tableau ci-joint, après une stérilisation d'une demi-heure à 120°, le milieu de culture ainsi constitué renferme environ 0,3 p. 100 de sucres réducteurs et 0,23 p. 100 de matières azotées solubles.

(1) Nous avons employé avec succès un cube de bouillon, tel qu'on en trouve facilement dans les épiceries, pour 2 litres d'eau.

ANALYSES COMPARÉES DES MILIEUX DE CULTURE ET PAR LITRE DE FILTRAT (Analyses de M. Rosset).

DATE DES ANALYSES	ACIDITÉ TOTALE EN ACIDE SULFURIQUE				SUCRES RÉDUCTEURS				SUCRES NON RÉDUCTEURS				AMIDON ET DEXTRINE				MATIÈRES AZOTÉES			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
24 mars 1926 à 15 heures : Après stérilisation de 30 minutes à 120°	0,33	0,39	0,62	0,68	1,95	2,94	1,84	2,72	1,36	1,59	1,27	1,22	3,77	3,21	4,16	4,42	1,84	2,32	7,30	6,91
25 mars à 9 h. 30 : Après 15 à 16 heures d'étuve.	0,76	0,97	1,34	1,35	1,56	1,66	1,42	1,56	1,48	1,54	1,41	1,44	4,81	4,53	6,03	5,40	1,88	2,36	7,13	6,69
25 mars à 15 h. 30 : Après 22 heures d'étuve	1,40	1,55	1,94	1,85	1,66	2,00	1,56	1,78	1,58	1,49	1,48	1,70	5,32	4,96	4,68	4,04	1,96	2,40	7,08	6,56
26 mars à 15 h. 30 : 46 heures après l'ensemencement.	0,85	1,12	1,42	1,22	1,78	2,08	1,47	2,00	1,47	1,18	1,46	1,49	5,82	5,09	5,37	4,68	1,96	2,49	6,56	6,69
2 avril à 11 heures : 8 jours après l'ensemencement...	0,84	1,18	1,14	1,44	1,66	2,08	1,51	1,66	1,06	1,18	1,06	1,21	4,87	4,62	4,55	4,60	1,88	2,58	6,65	6,03
9 avril à 15 heures : 15 jours après l'ensemencement..	0,88	1,05	1,58	1,66	1,35	1,78	1,92	1,92	1,09	1,47	1,56	1,56	4,26	4,62	3,03	3,21	1,83	2,53	6,65	7,43

COMPOSITION INITIALE DES MILIEUX DE CULTURE (EN GRAMMES POUR 2 LITRES D'EAU)

MILIEU	SON	CHLORURE DE SODIUM	CRAIE	GLUCOSE	EXTRAIT DE VIANDE COMMERCIAL	PEPTONE
A	50	10	»	»	»	»
B	50	10	5	5	5	»
C	50	10	5	»	»	10
D	50	10	5	2	»	10

On pouvait craindre *a priori*, que l'enrichissement en sucres réducteurs, en glucose notamment, ait pour corollaire une acidification du milieu : on sait, en effet, que le *B. typhi murium* a la propriété de faire fermenter les sucres réducteurs, et qu'il paraît mal s'accommoder d'une trop grande acidité au bout d'un certain temps. Se basant sur des observations qualitatives au tournesol, l'un de nous (R. Regnier 1926), a constaté que dans les milieux très acides, la multiplication du microbe semblait s'arrêter et que de ce fait, il pouvait y avoir à craindre une atténuation de la virulence ; imputant l'augmentation d'acidité au glucose ajouté, nous avons fait des essais en vue de supprimer ce dernier élément ainsi que le cube de bouillon, ces deux corps étant remplacés par de la peptone selon la formule suivante :

Eau	1 litre.
Son	25 grammes.
Chlorure de sodium	5 —
Craie pulvérisée	$2^{gr},5$
Peptone	5 grammes.

Or, il résulte des analyses qu'a bien voulu nous faire M. Rosset, que l'acidité exprimée en acide sulfurique, dans le tableau ci-joint croît considérablement avec la teneur du bouillon non pas en glucose, mais bien en peptone (Voir tableau).

D'ailleurs, ces acides paraissent être des acides tellement faibles que la craie pulvérisée sédimentée au fond du récipient ne semble pas les neutraliser.

Lorsque des expériences multiples auront précisé ce point, peut-être pourra-t-on remplacer complètement la craie par un alcali soluble énergique, de la lessive de soude par exemple. D'ailleurs dans les deux formules précitées, on peut éviter l'acidité du milieu en alcalinisant avec une lessive de soude à 10 p. 100, à raison de 10 grammes par litre. C'est ce que nous faisons maintenant.

De nos expériences, il résulte que la teneur en sel semble avoir peu d'influence sur la multiplication du microbe, à condition toutefois qu'elle ne soit pas élevée ; s'il est possible, comme l'a indiqué le Dr Piéchaud, que le *Bacillus typhi murium* prospère mieux sur gélose chlorurée à 19,5 p. 1 000 que sur gélose ordinaire à 5 p. 1 000, il semble bien que pour les bouillons de culture à base de son, il faille s'en tenir à 5 p. 1 000; nous avons fait varier la teneur en sel de 0 à 20 p. 1 000 et constaté que les meilleures multiplications étaient celles des bouillons de 4 à 6 p. 1 000, la proportion de 5 grammes par litre nous paraît donc tout indiquée.

Étant donné qu'au bout de seize à dix-huit heures d'étuve, les cultures sur extrait de viande et glucose diluées au 1/10 tuent le Campagnol dans le même laps de temps que les cultures sur milieu riche en peptone et que de plus, ce dernier milieu développe une assez grande acidité qui, dans l'état actuel de la

question paraît nuire au développement et à la conservation du microbe, nous pensons qu'il y a lieu de s'en tenir à un milieu prudemment équilibré en hydrates de carbone et en matières azotées, tel que celui que nous avons préconisé à base de son, de glucose et d'extrait de viande. Ce milieu d'ailleurs a l'avantage d'être plus économique que celui à base de peptone, produit qui coûte actuellement fort cher ; tout au plus peut-on lui reprocher, de faire appel à des extraits de viande commerciaux de composition mal définie, dont il semble d'ailleurs facile de se libérer, le cas échéant, dans l'avenir soit par l'emploi de faibles quantités de peptone, soit en ajoutant un extrait de viande (de composition connue) fabriqué au laboratoire.

Comme couclusion de nos présentes recherches, nous croyons donc pouvoir préconiser la formule suivante :

Eau	1 litre.
Son	25 grammes.
Extrait de viande	5 à 10 grammes.
Chlorure de sodium	5 grammes.
Glucose	1 gramme.
Carbonate de calcium	5 grammes.
Lessive de soude à 10%	10 grammes.

Pour diminuer les frais d'achats d'ampoules, nous avons employé avec succès la méthode dite « des pieds de cuve ». Au lieu d'ensemencer chaque bidon livré avec une ampoule ou une demi-ampoule, nous ensemencions avec une ampoule de l'Institut Pasteur un litre de bouillon riche qui, après multiplication du bacille permettait d'ensemencer une trentaine de bidons.

Pendant l'hiver 1925-1926, nous avons utilisé successivement pour constituer ces pieds de cuve trois formules :

1° La formule préconisée par le Dr GUERBET.

Eau	1 litre.
Extrait de viande (Liebig)	5 grammes.
Peptone	15 —
Chlorure de sodium	1 gramme.
Carbonate de calcium	5 grammes.

2° La formule déjà citée à base de son, de glucose et d'extrait de viande commercial.

3° La formule également citée à base de son et de peptone sans glucose.

Le premier milieu nous a donné certes des cultures très virulentes mais relativement pauvres en microbes même après centrifugation, par contre nous avons utilisé avec un égal succès tant au point de vue richesse qu'au point de vue virulence les deux dernières formules, pour lesquelles l'acidité paraît ici moins importante : les pieds de cuve sont en effet utilisés aussitôt après le développement du microbe à 37° pendant seize à dix-huit heures.

Pratiquement, nous conseillons plutôt de s'adresser directement à un

laboratoire, comme celui de l'Institut Pasteur, spécialisé dans cette préparation délicate. Les frais ne sont pas considérables, si l'on procède à l'ensemencement au moyen de pipettes SALIMBÉNI.

Virulence. — Le *Bacillus typhi murium D* est pathogène pour tous les petits Rongeurs, principalement pour la Souris blanche et les Campagnols, en particulier le *Microtus arvalis* ; ces animaux par ingestion de cultures de virulence moyenne meurent dans un laps de temps variant de deux à huit jours pour la Souris blanche avec un léger retard d'un ou deux jours en ce qui concerne les Campagnols.

Comme J. DANYSZ, nous avons constaté que les Souris grises des maisons (*Mus musculus*), les Mulots (*Apodemus sylvaticus*) et les Rats gris ou Surmulots (*Mus decumanus*) sont plus résistants, la mort survient généralement cinq à quinze jours après l'ingestion et ceux qui guérissent en apparence après une période de maladie plus ou moins longue peuvent mourir de cachexie deux ou trois mois plus tard.

J. DANYSZ a pu constater aussi la virulence de ce microbe pour les Hamsters communs dans certaines régions de l'Alsace et de la Russie, et pour les Taltousa, gros Rongeurs, qui ravagent les plantations de Bananiers dans l'Amérique centrale.

D'après les multiples expériences auxquelles nous nous sommes livrés, pendant ces trois dernières années sur des Campagnols d'élevage avec des cultures jeunes sur milieux liquides à base de bouillon de son ensemencés avec des ampoules de l'Institut Pasteur ou par l'intermédiaire de pieds de cuve, nous pouvons dire que chez le *Microtus arvalis*, la mort survient,en moyenne entre le cinquième et le sixième jour après l'ingestion. Certes, nous avons vu des individus mourir avant le cinquième, ou après le dixième jour, mais ce ne fut là que des cas exceptionnels tenant à la réceptivité ou à la résistance des sujets, dont il y a toutefois lieu de tenir compte dans la pratique, pour effectuer le contrôle des résultats sur le terrain.

En dehors de ces conditions diverses de réceptivité des Campagnols, il ne faut pas oublier que si la qualité de virulence par ingestion du *B. typhi murium* est constante pour l'espèce envisagée, son degré de virulence est éminemment variable d'un milieu de culture à l'autre, et pour un même milieu d'après ses conditions de développement et son âge.

Évolution de la maladie chez le *Microtus arvalis*. — Quelle que soit la durée de la période d'évolution de la maladie après l'ingestion de l'avoine virulente, la succession des symptômes a lieu toujours dans le même ordre ; pour fixer les idées, nous prendrons comme exemple un Campagnol trouvé mort le sixième jour après l'infection.

1° *Période d'incubation.* — Pendant les quatre premiers jours, aucun symptôme appréciable.

2° *Période d'activité fébrile.* — A la fin du quatrième jour et pendant une

partie du cinquième, l'animal cherche à s'échapper en rongeant les mailles de la cage, mange moins, l'œil devient terne, le poil est hérissé et les excréments sont diarrhéiques.

3° *Période de dépression.* — Entre le cinquième et le sixième jour. l'animal est prostré avec des périodes d'immobilité complète entrecoupées de frissons. A cette période, l'animal mange encore quelque peu, il nous arrive fréquemment de le trouver alors campé dans la mangeoire de la cage, s'essayant avec peine à grignoter quelques grains. Bientôt l'animal prend la position caractéristique dite « en boule » (fig. 9, pl. IV) : les pattes postérieures sont ramenées sous les antérieures, le dos est par conséquent très bombé et le museau touche le sol entre les pattes antérieures. La respiration est très ralentie, les 150 mouvements respiratoires à la minute du Campagnol sain, sont alors réduits à 70 ou 80 ; l'œil est trouble, chassieux et les paupières se rapprochent de plus en plus. A ce stade, le Campagnol est insensible aux bruits, aux claquements de mains par exemple qui effraient l'animal sain; les attouchements le laissent indifférent. A intervalles irréguliers, un frisson général et des secousses de la tête agitent l'animal. Le malade fouille du museau dans la frisette et semble vouloir la ronger ; il se déplace légèrement en tournant sur lui-même, et grince des dents d'une façon nettement perceptible. La respiration devient de plus en plus lente, irrégulière et de moindre amplitude, les tremblements convulsifs sont plus fréquents et l'agonie commence.

En somme, le *B. typhi murium* détermine chez le Campagnol une maladie très voisine de la paratyphoïde humaine; à l'autopsie, on constate une forte congestion intestinale avec hypertrophie et quelquefois nécrose des glandes de Peyer, hypertrophie et congestion de la rate avec dégénérescence graisseuse du foie.

Atténuation et immunité chez le Campagnol. — Le plus puissant argument à opposer à la méthode de destruction par les virus, réside sans conteste dans l'atténuation éventuelle des cultures produisant seulement chez le Campagnol une réaction vaccinante.

Dans la fabrication pratique et dans l'emploi normal par le cultivateur, cette atténuation est-elle possible? Nous basant sur les résultats obtenus au cours des trois dernières années sur près de 80 000 hectares en Haute-Normandie, sur les très nombreuses expériences de contrôle faites au laboratoire, nous pouvons répondre non. Non, l'atténuation ne peut être suffisante pour immuniser le Campagnol, si l'on a soin, bien entendu, quelles que soient les méthodes employées, cultures pauvres employées pures ou cultures riches diluées au maximum au 1/10, d'opérer, comme nous l'avons fait, avec des cultures fraîches obtenues après ensemencement avec des ampoules de l'Institut Pasteur par passage à l'étuve à 37° pendant vingt-quatre heures au maximum.

Un seul cas d'immunité supposée nous a été récemment signalé pour le

département de l'Eure au cours de la campagne 1925-1926. En mars 1926, nous apprenions que la commune de Saint-Aubin-sur-Gaillon (Eure) n'avait pas été satisfaite des trois livraisons de virus faites par l'entremise du syndicat de défense contre les animaux nuisibles, en décembre et janvier de la même année ; fait plus important : un cultivateur avisé, mais sceptique, avait isolé quatre Campagnols et leur avait donné de l'avoine imprégnée au cours des trois livraisons, les Campagnols résistèrent aux trois ingestions successives ; ce fait contribua beaucoup à faire douter les cultivateurs de la région de l'efficacité du traitement.

Le 20 mars, nous nous sommes rendus sur place et avons pu constater qu'en définitive, le nombre des Campagnols avait été considérablement diminué, certains cultivateurs nous affirmèrent même que chez eux le virus avait donné des résultats très nets. Quoi qu'il en soit, restait à élucider le cas des quatre Campagnols qui nous avaient été conservés et qui furent rapportés au laboratoire : se trouvait-on en présence d'une immunité naturelle ou d'une immunité artificielle consécutive à l'ingestion de culture atténuée? Le 25 mars, trois Campagnols furent mis en expérience : le premier reçut de l'avoine imprégnée d'une culture faite en milieu riche (son, sel, glucose, craie et extrait de viande) et mourut en trois jours ; le second reçut de l'avoine imprégnée de la même culture diluée au 1/10 avec de l'eau ordinaire et mourut en sept jours ; le troisième, dans les mêmes conditions après dilution dans de l'eau salée à 0,5 p. 100 mourut en huit jours. Conclusion : ces Campagnols n'avaient donc acquis du fait du traitement aucune immunité.

Il semble bien d'ailleurs que les insuccès répétés obtenus lors des livraisons tenaient à une trop longue conservation des cultures dans des récipients plus ou moins clos ou à l'état même des récipients.

Dans son travail de 1913, M. Danysz dit qu'il n'y a pas en France de Campagnols résistant au virus. Nous ajouterons que nous n'avons pas réussi à atténuer sensiblement la virulence, même en maintenant des cultures en milieu enrichi pendant soixante-six heures à l'étuve à 37° : les Campagnols expérimentés moururent en sept et onze jours, bien que ce temps d'étuvage soit loin du maximum de vingt-quatre heures que nous préconisons.

Cette question de l'immunisation par ingestion, actuellement à l'ordre du jour dans les milieux bactériologiques, ne semble pas donner de résultats bien constants, surtout en ce qui concerne les possibilités d'immunité par ingestion de bactéries tuées.

Contamination — Propagation de la maladie. — Comme nous l'avons vu dans l'étude de la biologie des Campagnols, ces animaux ont pour habitude de passer l'automne et la majeure partie de l'hiver groupés dans des nids faits de paille hachée où de nombreux parasites ne tardent pas à pulluler.

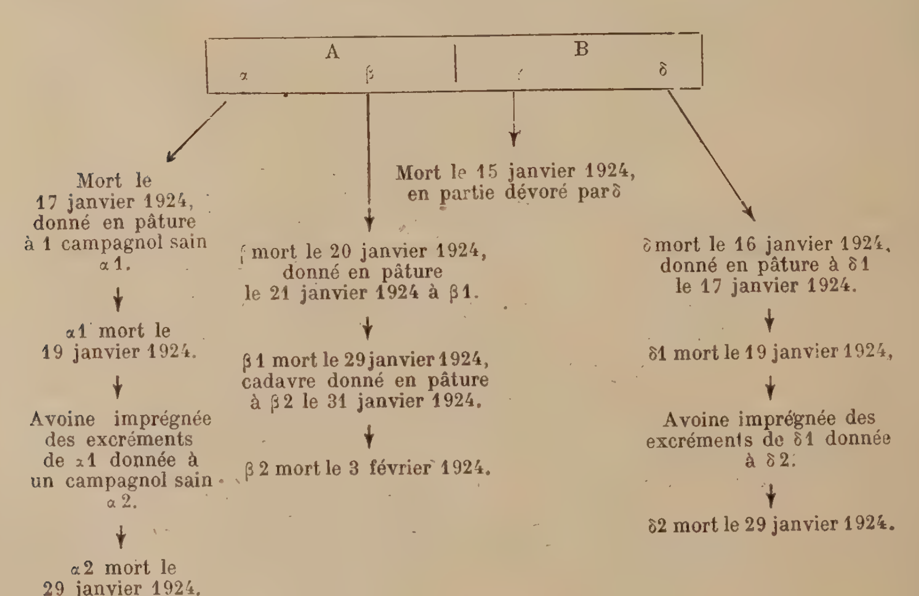
Pour un même nid, cette cohabitation devrait faciliter singulièrement la

propagation de la maladie, même en admettant qu'un seul Campagnol fût sorti pour consommer les grains imprégnés de culture virulente ; en effet, en dehors de l'action des Puces qui, piquant un individu en période d'incubation peuvent inoculer les bacilles à un individu sain, il est à remarquer que les Campagnols malades souillent de leurs excréments le nid et ses abords immédiats, risquant ainsi de contaminer les aliments des individus sains. De plus, fait capital, les Campagnols ont pour habitude de dévorer leurs compagnons débilités ou morts depuis peu, il en résulte l'ingestion de bacilles très virulents par passage immédiat sur Campagnol et une mort rapide. Bien souvent, au cours des contrôles effectués sur le terrain après traitement, nous avons pu constater dans un même nid qu'un grand nombre de Campagnols avaient été plus ou moins rongés par leurs camarades (Voir fig. 10, pl. IV).

Nous avons d'ailleurs entrepris au laboratoire une série d'expériences pour déterminer la valeur de ces différents facteurs de contamination.

En janvier 1924, une de nos cages en toile métallique sur armature de bois fut divisée en deux compartiments, A et B, par un cadre couvert de toile métallique à mailles de 8 millimètres.

Dans chaque compartiment, deux Campagnols furent installés avec de la frisette de bois ; ceux du compartiment B (γ et δ) reçurent le 10 janvier 1924 de l'avoine imprégnée du contenu d'une ampoule de l'Institut Pasteur, le tableau suivant donne les résultats obtenus.



De cette expérience, nous pouvons déduire que la contamination peut se faire :

1° Par la simple *cohabitation* sans consommation possible d'aliments contaminés ou des individus infestés.

2° Par l'ingestion des cadavres.

3° Par l'ingestion d'aliments souillés des excréments d'individus malades.

Dans une autre série d'expériences, nous avons séparé les Campagnols en divisant la même cage que précédemment en deux compartiments par deux cadres de toile métallique à mailles de 8 millimètres distants d'environ 5 centimètres ; du papier buvard tassé arrêtait par imbibition l'urine qui aurait pu s'infiltrer d'un compartiment dans l'autre sous les deux cadres. Nous pouvons dire que, dans ce cas, les résultats obtenus ont été très variables en opérant comme précédemment par infection des Campagnols d'un seul compartiment. Peut-être faut-il attribuer cette variabilité dans les résultats à la présence ou à l'absence de Puces sur les Campagnols infestés?

Enfin, la contamination peut se faire dans les cages d'expérience à la suite d'une désinfection insuffisante ou par l'emploi de frisette ayant servi d'abri à un Campagnol, précédemment contaminé ; il est donc extrêmement important d'apporter un grand soin au flambage méthodique des cages et à la destruction de toute frisette usagée.

Ainsi donc, la contamination des Campagnols groupés dans un même nid peut se faire par les facteurs ci-dessus envisagés, cohabitation, parasites, souillure des aliments par les excréments et consommation des animaux agonisants, c'est un fait absolument certain. Reste à savoir si la propagation de la maladie peut se faire d'un nid à l'autre, ou plutôt d'un système de galeries à un autre. D'après les constatations que nous avons pu faire, il semble bien que cette propagation peut avoir lieu dans une certaine mesure, néanmoins, il ne faut pas en exagérer l'importance : certes, un Campagnol contaminé peut pénétrer par erreur dans un nid voisin et être dévoré par les légitimes habitants après un combat malheureux, mais par suite de l'acuité du sens olfactif chez le Campagnol, il semble que cette erreur doive être assez rare. D'ailleurs, quelle que soit la perfection du traitement par le virus, il reste toujours l'année suivante des colonies qui ont échappé à l'épizootie, par conséquent la propagation de la maladie d'un terrier ou système de galeries à un autre n'est pas un fait constant (1).

Il est donc extrêmement prudent de ne pas se reposer sur cette propagation possible de la maladie et de ne pas se dispenser de traiter tous les trous qui paraissent fréquentés, par économie ou par négligence. Bien plus, on devra s'efforcer de généraliser le traitement aux surfaces non cultivées, friches, bords de chemins, talus où les Campagnols peuvent se maintenir et déborder l'année suivante sur les champs contigus.

(1) Il faut d'ailleurs tenir compte de ce fait démontré par des expériences de laboratoire, que la virulence s'atténue peu à peu, s'il n'y a pas passage par sang de Campagnols, et que par conséquent la contamination par simple cohabitation peut diminuer rapidement, si les individus malades ne sont pas dévorés par leurs congénères.

Virulence pour d'autres espèces animales. — ANIMAUX SAUVAGES. — Comme nous l'avons vu, la virulence du *B. typhi murium* type D., pour le Rat gris ou Surmulot (*Mus decumanus*) est un fait certain : il semble même que le passage du microbe par sang de Campagnol le rende plus virulent pour le Rat que le passage par sang de Rat ; on pense que dans ce dernier cas, il pourrait y avoir atténuation des cultures.

Nous avons eu l'occasion à différentes reprises de donner du virus à diverses personnes pour la destruction des Rats ; en général, nous avons toujours conseillé d'employer à cet effet des cultures pures en milieu enrichi et d'en imprégner des cubes de pain rassis : les résultats paraissent avoir été sensibles dans la grande majorité des cas. Néanmoins, il semble résulter de nos expériences de laboratoire, ayant porté, il est vrai, sur des Rats blancs, que la réussite n'est pas constante pour des raisons qui nous échappent encore. En 1924 et 1925, nos essais sur Rats blancs donnaient des résultats positifs et cette année des insuccès complets furent notés et dans certains cas, des résultats partiels, les Rats mourant de cachexie quelques mois plus tard.

Rat noir. — D'après les expériences faites à l'Institut Pasteur, le Rat noir (*Mus rattus*) que l'on trouve encore dans les fermes normandes et dans des lieux comme les abattoirs où la nourriture est suffisamment abondante pour qu'il ne soit pas détruit par le Rat gris, paraît absolument résistant à toute infection par le *B. typhi murium* type D.

Mulot. — A différentes reprises nous avons pu expérimenter le virus pur ou dilué au 1/10 sur le Mulot (*Apodemus sylvaticus*), peu abondant, il est vrai, en Haute-Normandie au cours de ces dernières années. Dans plusieurs expériences où nous opérions avec le même virus sur Mulot et sur Campagnol la mort survenait en même temps pour les deux espèces ; néanmoins il semble que la mortalité soit en moyenne moins rapide pour le Mulot que pour le Campagnol: le Mulot meurt généralement en neuf jours. Étant donné le petit nombre d'essais que nous avons pu faire sur les Mulots, nous ne sommes pas fondés à dire que le virus employé est toujours efficace contre cette espèce.

Corbeaux. — On nous a signalé, à différentes reprises, qu'immédiatement après le traitement on avait trouvé sur le terrain des Corbeaux (Freux) morts avec le jabot plein de grains épandus. N'ayant pu contrôler la chose par nous-mêmes, nous nous demandons si des cultivateurs n'auraient pas profité du traitement au virus pour répandre clandestinement des appâts empoisonnés, ou dans le cas contraire, si l'absorption d'une grande quantité de grains aplatis et humides ne serait pas funeste à ces oiseaux.

Gibier. — Le virus paraît sans influence sur le gibier.

ANIMAUX DOMESTIQUES. — Dès 1893, quand il utilisa pour la première fois le bacille qu'il venait de découvrir pour la destruction des Campagnols, M. J. DANYSZ fit de nombreuses expériences pour savoir si le microbe pouvait être pathogène pour les animaux de la ferme. On conçoit facilement les dangers

résultant de l'application d'un virus susceptible de déterminer des épizooties dans le bétail. En 1893 donc, des expériences furent faites par MM. J. Krantz, Directeur de l'école pratique de Merchiennes (Meuse) et par M. Dickson, Directeur de l'école de Berthonval (Pas-de-Calais) qui démontrèrent l'innocuité absolue du *B. typhi murium* pris par ingestion pour le bétail et les animaux de la basse-cour.

En ce qui concerne le gros bétail, il nous a été dit maintes fois que des Bovidés ou des Chevaux avaient consommé de fortes quantités d'avoine imprégnée sans en éprouver le moindre dérangement (1). Quel meilleur exemple pourrait-on présenter que celui des Charentes, où des cultivateurs réfractaires à la méthode, ne voulant pas perdre leur Avoine, la donnèrent à manger à leurs animaux sans qu'il en résultât le moindre inconvénient ?

Nous-mêmes, nous avons pu refaire des expériences de ce genre sur divers animaux domestiques de petite taille : sur Lapin, Cobayes et Poule. Un Lapin adulte ne présenta qu'une légère diarrhée après trois ingestions successives de virus. Après plusieurs ingestions, un Cobaye ne manifesta aucun dérangement.

Des Poules nourries avec de l'Avoine imprégnée de virus ne parurent nullement incommodées. Dans les cours de ferme, nous avons vu parfois des volailles picorer en grand nombre sur des tas d'Avoine fraîchement imprégnée sans que, renseignements pris, aucun dommage en résultât.

Inutile de dire que dans toutes nos expériences, des Campagnols témoins placés sur les mêmes cultures mouraient dans le temps normal.

Tous les animaux domestiques à régime herbivore ou granivore paraissent ne pas être incommodés par le *B. typhi murium* type D. N'en serait-il pas de même des carnivores ? En effet, il nous a été signalé à plusieurs reprises qu'à la suite d'un traitement, soit contre les Souris et les Rats, soit contre les Campagnols, des Chats étaient morts. Au laboratoire même, il nous arriva de jeter par mégarde, dans le jardin, des Campagnols morts à la suite d'expériences, ces Campagnols furent emportés et dévorés par le Chat d'un voisin, qui manifesta de ce fait une forte diarrhée (2).

Nous ne citerons que pour mémoire, ce fait n'ayant aucune importance dans la pratique agricole, que le *B. typhi murium* tue rapidement le Cobaye et le Lapin en inoculation intrapéritonéale ou intraveineuse et le Pigeon par inoculation dans les muscles pectoraux.

Virulence pour l'homme. — Lors de ses essais de 1893, M. Danysz a montré en expérimentant sur lui-même, que l'absorption des cultures du *B. typhi murium* type D, était sans danger pour l'homme.

(1) Les accidents qu'on a pu signaler dans d'autres régions sont vraisemblablement imputables à l'absorption de quantités importantes d'avoine concassée humide.

(2) Il est possible qu'il s'agisse d'une simple intoxication alimentaire.

Depuis ces premiers essais, des centaines de milliers d'hectares ont été traités, des centaines de tonnes de cultures de *B. typhi murium* ont donc été livrées aux cultivateurs sans qu'il en soit résulté, à notre connaissance, le moindre accident. En Seine-Inférieure et dans l'Eure, où nous avons suivi de très près les résultats obtenus au cours de ces trois dernières années, jamais même un cas d'indisposition ne nous fut signalé et pourtant souventes fois les traitements furent effectués par des périodes de temps déplorable qui auraient pu favoriser le développement d'une maladie.

Dans son ouvrage récent sur les Salmonelles le Dr R. LIGNIÈRES met en garde contre la variabilité de la virulence de la Salmonelle murine. « D'ailleurs, dit-il, les craintes qu'on pourrait avoir sont malheureusement confirmées aujourd'hui par les exemples de contamination de l'homme par le virus des Rats chez lequel il provoque de la gastro-entérite plus ou moins grave ou des symptômes rappelant une affection paratyphique B. »

A l'appui de cette affirmation, LIGNIÈRES cite différents auteurs qui firent connaître des cas d'infection :

TROUWNSDORF signale qu'en 1903, chez des personnes qui avaient manipulé du virus des Rats, le microbe fut isolé des matières fécales des malades; au Japon plusieurs cas d'empoisonnements par le *B. typhi murium* furent signalés par SHIBAYAMA.

FLEISCHANDERL, HAYDSON et WILLIAMS, BAKES et BUSILLES rapportent également des cas d'épidémie par le *B. typhi murium.*

En novembre 1926, l'un de nous fut atteint d'une infection intestinale voisine de la fièvre typhoïde, on put craindre un moment une infection par le *B. typhi murium*, au cours de la maladie quatre prises de sang furent effectuées, ces prélèvements furent examinés par le Dr GUERBET, chef du Laboratoire de bactériologie des hôpitaux de la ville de Rouen, qui avait eu l'occasion de nous fabriquer des pieds de cuve à partir des ampoules de l'Institut Pasteur, les résultats furent toujours négatifs pour le Paratyphique B. et le *B. typhi murium.*

Après une fabrication intensive comme celle des années 1923, 1924, 1925, 1926, nous pensons qu'il n'y a aucun danger à manipuler le *B. typhi murium* type D., à condition, bien entendu, de prendre des précautions élémentaires d'hygiène : s'abstenir de fumer pendant le traitement pour ne pas porter les mains à la bouche, se laver soigneusement les mains après toute manipulation, et ne pas se servir de récipients culinaires.

Après avoir étudié toutes les propriétés du *B. typhi murium* type D., nous allons faire l'historique rapide des méthodes de fabrication employées jusqu'à ce jour pour obtenir de grandes quantités de cultures à partir des souches de l'Institut Pasteur, puis nous insisterons plus particulièrement sur les dernières méthodes qu'il nous a été donné de mettre au point.

3. — Utilisation pratique du *Bacillus typhi murium.*

A. Différentes méthodes employées avant 1923. — Lorsqu'en 1893, M. J. Danysz découvrit le *B. typhi murium* dans le sang de Rongeurs qu'il venait de rapporter de Seine-et-Marne, il en fit immédiatement des cultures en tube sur gélose qu'il envoya à quelques cultivateurs : on délayait le contenu des tubes dans de l'eau préalablement bouillie et salée. Il fallait environ 120 tubes de culture pour préparer 50 litres de solution virulente.

Quelques années plus tard, en 1896, dans une étude d'ensemble, M. Danysz précise les conditions d'emploi (procédé indiqué par Loeffler) des cultures préparées par les laboratoires de l'Institut Pasteur : on porte à l'ébullition une solution de 10 grammes de chlorure de sodium dans un litre d'eau, on laisse refroidir, puis avec une petite quantité de ce liquide refroidi, on détache la gélatine du tube de culture et on verse le tout dans la solution salée en ayant soin d'écraser à la main les morceaux de gélatine difficilement soluble dans l'eau. La dilution ainsi obtenue servait à imprégner des cubes de pain rassis ou des grains.

Le nombre des tubes employés dans la confection du liquide virulent nécessaire au traitement d'une petite surface rendait la manipulation longue et coûteuse.

En 1912, devant la gravité de nouvelles pullulations, il fut nécessaire de recourir à un procédé permettant l'obtention rapide sur place de grandes quantités de virus.

Les laboratoires de l'Institut Pasteur firent alors parvenir aux cultivateurs des bouteilles de cultures riches obtenues sur bouillon de viande peptoné, d'après les procédés encore employés par cet établissement dans la fabrication du virus pour la destruction des Souris et des Rats. Une bouteille de ce virus était diluée dans trois litres d'eau salée renfermant 5 grammes de chlorure de sodium par litre ; les quatre litres ainsi obtenus permettaient d'imprégner environ 8 kilos de grains concassés, soit la quantité nécessaire pour traiter un hectare de terrain très attaqué.

De ce chiffre ressortent immédiatement les inconvénients de la méthode : emploi d'un nombre considérable de bouteilles pour traiter une tache importante, frais d'emballage et bris inévitable.

Nous passerons sous silence la nécessité pour l'Institut Pasteur d'avoir en quelque sorte une véritable usine de fabrication pour fournir les demandes de plusieurs départements.

Or, en 1912, d'après M. Danysz, « l'invasion des Campagnols s'est étendue en France sur plus d'un million d'hectares. Pour traiter cette surface il aurait donc fallu un million de litres de virus, et comme il n'existait pas d'installation toute prête pour stériliser une telle quantité de bouillon en quelques mois, il a

été décidé, sur la demande de M. Eugène Roux, directeur des Services scientifiques du Ministère de l'Agriculture, d'organiser à la hâte une fabrication de virus dans les départements les plus éprouvés en empruntant aux hôpitaux ou au Service de Santé militaire les appareils de stérilisation que l'on pourrait trouver sur place. »

Cette grosse invasion de 1912 qui touchait un millier de communes réparties dans 25 départements dont tous ceux de l'Est, marque une étape importante dans l'emploi des virus contre les Campagnols. De cette époque part l'utilisation des ampoules de culture microbienne et la multiplication sur place du bacille de Danysz dans de grands récipients préalablement stérilisés.

Dans onze de nos départements de l'Est on utilisa ainsi des ampoules de culture fournies par l'Institut Pasteur, pour ensemencer un bouillon obtenu de la façon suivante : dans un bidon à lait de 20 litres on plaçait 17 litres d'eau, 2 kilogrammes de haricots blancs, 750 centimètres cubes de peptone liquide, 100 grammes de sel de cuisine, 300 grammes de carbonate de baryum et 7 centimètres cubes de lessive de soude à 30° Baumé.

Après fermeture du récipient avec un couvercle garni de coton, on portait à l'ébullition pendant quelques minutes avec un réchaud à gaz ; on capuchonnait alors le bidon avec du papier fort et, dans un autoclave on le portait à 115-120 degrés pendant une demi-heure. A la sortie on laissait refroidir, à 40-45 degrés, on ensemençait, puis on plaçait le bidon dans une pièce chauffée à 25° pendant vingt-quatre heures. Après multiplication du microbe, on fermait les récipients avec leur couvercle et on les expédiait. Sur place le contenu d'un bidon était dilué dans son volume d'eau et répandu sur les appâts à imprégner.

En dehors de l'importance de l'outillage à mettre en œuvre, outillage qu'il n'est pas toujours possible de se procurer dans une région donnée, et qui, lorsqu'il existe ne peut être détourné que momentanément de sa destination sanitaire, différents inconvénients se présentaient ; parmi ces inconvénients, nous citerons : la complexité des manipulations, en particulier la préparation du bouillon, le chauffage préalable à la stérilisation, la manutention des récipients et leur bouchage toujours défectueux avec un simple couvercle, surtout quand il s'agit de bidons expédiés dont il est alors difficile d'obtenir un emploi judicieux de l'initiative privée, sans contrôle des services compétents.

Les choses en étaient là lorsqu'après la guerre en 1919, une tentative fut faite dans l'Oise pour installer sur place un laboratoire temporaire de préparation de virus ; trop tardif, cet essai ne put fournir de résultats probants (1), d'ailleurs les rapports ne donnent aucun détail sur la technique employée et l'organisation du service.

(1) Rapport phytopathologique pour les années 1919, 1920 (*Annales des Epiphyties*, t. VII, p. 24.)

B. Méthodes employées à Rouen. — A partir de 1921, la technique préconisée par les laboratoires des professeurs DANYSZ et SALIMBENI est celle qui nous fut indiquée en 1923 par le Dr DÉRIBÉRÉ-DESGARDES, qui avait eu l'occasion de l'appliquer à différentes reprises, en particulier pendant l'hiver 1920-1921 dans la Marne, puis en 1922 dans la Meuse.

Dans toutes les méthodes que nous allons exposer maintenant, il est bien entendu que les cultures initiales de *B. typhi murium* sont toujours fournies par l'Institut Pasteur, actuellement seul organisme outillé pour conserver et maintenir suffisamment virulentes les souches de microbes. Tout au plus, dans certains cas, pourra-t-on avoir recours, pour diminuer les frais d'acquisition des souches, à la méthode dite du pied de cuve, qui consiste à ensemencer avec une ampoule de l'Institut Pasteur, un bouillon intermédiaire; après développement du microbe, cette culture riche servira à ensemencer un certain nombre de récipients définitifs.

Première méthode. — La méthode que nous avons suivie pendant les campagnes 1923-1924 et 1924-1925 en Seine-Inférieure et dans l'Eure utilisait comme récipients des bidons de 20 litres de capacité, du modèle qui sert habituellement au transport du lait ; vides ils pèsent environ 7 kilogrammes ; pleins il faut compter sur une moyenne de 25 kilogrammes. Si l'on veut traiter rapidement une tache de 25 000 hectares comme celle de la Seine-Inférieure en 1923, il faut pouvoir fabriquer au minimum 2 500 litres de virus par semaine, ce qui nécessite un jeu de 80 à 100 récipients d'ailleurs assez coûteux.

Après nettoyage, on procède au remplissage : le milieu de culture pour la multiplication du microbe est à base de son et de sel, au début 300 grammes de son et 75 grammes de chlorure de sodium pour 20 litres d'eau; dans la dernière formule préconisée par l'Institut Pasteur, le son a été porté à 500 grammes et le sel à 100 grammes pour obtenir, comme nous l'avons vu, un milieu plus favorable au développement du bacille.

Les bidons remplis sont ensuite munis de leur couvercle sans plus, car s'il est préférable de les capuchonner avec une feuille de papier fort, pratiquement la chose n'est pas faite, car cette opération complique singulièrement la manipulation.

La stérilisation doit se faire dans un autoclave de grandes dimensions, capable de contenir au moins une vingtaine de bidons à chaque chauffe.

Pour cette opération l'appareil employé à Rouen était, en réalité, une étuve à désinfecter par l'action de la vapeur d'eau sous pression (Système Genest et Herscher) avec batteries de chauffe additionnelles intérieures, pour l'épuration de la literie et des vêtements, étuve mise à notre disposition par l'Hospice Général. Cet appareil, pouvant contenir dans son chariot 21 bidons, reçoit la vapeur de saturation de l'atmosphère et de chauffage d'une chaudière à bâche d'alimentation produisant la vapeur pour différents services de l'hôpital.

Cette installation, que l'on peut qualifier sans exagération d'industrielle, se

rencontre seulement dans les villes importantes et là où elle existe ne peut être mise, en cas de pullulations répétées, à la disposition des centres de fabrication de virus plusieurs années de suite sans déterminer une gêne considérable dans le service de désinfection. Pour assurer le fonctionnement d'un tel dispositif, trois personnes sont nécessaires : un étuviste, réglant constamment la tension de vapeur dans la machine, un manœuvre chargeant et déchargeant les bidons, et un aide.

Si ces inconvénients peuvent être facilement surmontés avec des moyens financiers suffisants et avec l'obligeance des services hospitaliers, il en est un autre beaucoup plus grave à notre avis : de telles étuves, à chauffage indirect ne sont pas des appareils économiques pour la stérilisation de quantités importantes de milieux liquides; s'il est possible de mettre rapidement en équilibre de température avec l'atmosphère de l'étuve des corps poreux comme le sont des vêtements ou des matelas, il en est tout autrement de récipients métalliques contenant ensemble plus de 400 litres d'eau dont on connaît la chaleur spécifique élevée.

Nous avons fait au cours de nos campagnes un certain nombre de vérifications de stérilisations à l'aide de « mouchards » fusibles à 115° et constaté que si le manomètre de l'étuve à désinfecter se maintenait entre 117 et 118°, il ne s'ensuivait pas que le contenu du bidon soit à 115° : il faut une chauffe de une heure et demie pour porter le bouillon à cette température. Or, pour détruire les spores de *B. subtilis* dont on connaît l'extrême résistance il faudrait prolonger le séjour dans l'étuve de près d'une demi-heure, c'est donc environ deux heures de stérilisation qui seraient nécessaires avec de tels appareils.

Nous signalons en passant pour ceux qui auraient à utiliser ces autoclaves, qu'il est nécessaire de surveiller de très près la décompression ; cette observation s'applique d'ailleurs à toutes les stérilisations où il est fait usage de récipients clos, comme les bidons. Cette décompression doit être extrêmement lente ; en effet si la pression ne tombe pas en même temps dans les bidons et dans l'autoclave, il en résulte après une ouverture prématurée de l'appareil, un déséquilibre qui peut déterminer la projection du couvercle et du contenu du bidon. Si la décompression est lente, l'équilibre entre l'intérieur du bidon et l'intérieur de l'autoclave s'établit et il n'y a plus alors aucun inconvénient à ouvrir l'autoclave aussitôt la chute de pression. M. Fillatre, préparateur à la Station Entomologique de Rouen, a été grièvement brûlé au visage lors d'une vérification de stérilisation, par suite d'une manœuvre maladroite de l'étuviste qui avait décomprimé trop rapidement.

Les bidons ainsi stérilisés étaient ensuite amenés en camionnette au laboratoire et placés directement dans la chambre-étuve, aménagée spécialement à cet effet. Par suite de l'impossibilité d'utiliser une étuve Gonin proposée par l'Hospice Général, nous nous sommes trouvés en 1923 dans l'obligation de transformer une salle des communs de la Station en étuve ; une ancienne selle-

rie, à murs doublés d'une cloison de bois, d'environ 3m,80 de long sur 1m,50 de large fut choisie : un faux plancher et un faux plafond isolés par de la sciure de bois réduisaient à 2 mètres la hauteur utilisable de cette pièce, qui pouvait contenir aisément 42 bidons.

Si nous envisageons maintenant la question du réglage de la température de la chambre-étuve, nous constatons que dans les conditions normales le réglage ne peut être qu'un à peu près qui ne saurait en aucune façon être comparé avec celui des étuves de laboratoire. Qu'il s'agisse du chauffage au gaz ou au pétrole, il est très difficile, même avec un bon calfeutrage de la pièce, d'obtenir une répartition égale de la température. Que dirons-nous des étuves de fortune telles qu'il en fut employé dans les dernières campagnes d'après guerre où le chauffage était effectué avec des poêles à pétrole à flamme bleue (1)?

En outre, il est facile de comprendre que les bidons qui se trouvent placés près du poêle, reçoivent un nombre plus élevé de calories que ceux qui se trouvent à l'extrémité de la pièce, ou près des ouvertures, portes ou fenêtres. Dans notre installation, nous avions remédié partiellement à cet inconvénient en installant au-dessus du radiateur à gaz, dont nous nous servions pour chauffer l'étuve, un ventilateur électrique disposé obliquement par rapport au plafond de façon à opérer un brassage diagonal des couches d'air de la pièce en direction du point le plus froid, la porte en l'occurrence ; cet appareil mélangeant, en somme, constamment la couche supérieure surchauffée aux couches inférieures froides nous a permis par l'obtention d'une température plus uniforme de 35° à 37°, de réaliser une économie sensible de gaz.

Il existe bien, nous le savons, des régulateurs automatiques de température, mais étant donné les conditions dans lesquelles se font normalement les fabrications de virus dans les centres provisoires, on recule généralement devant la dépense et on obtient alors cet à peu près auquel nous faisions allusion tout à l'heure, qui permet certes d'obtenir de bons résultats, mais qui peut aussi occasionner des coups de chauffe, qui peuvent être, comme nous l'avons déjà signalé, d'autant plus dangereux pour le microbe qu'il s'accommode mal d'un milieu contenant des cadavres de son espèce.

Le soir même de leur arrivée à la chambre-étuve et lorsque leur température était tombée à 35 degrés, les bidons étaient ensemencés chacun avec une ampoule provenant de l'Institut Pasteur ou avec des cultures microbiennes obtenues par repiquages en milieux très riches au laboratoire de Bactériologie de Rouen (Dr Guerbet).

Les bidons étaient laissés dans l'étuve jusqu'au surlendemain matin, puis livrés en camionnette dans les communes.

En aucun cas, les bidons n'étaient abandonnés aux cultivateurs, l'impré-

(1) Nous pouvons y ajouter les dangers d'incendie que présente l'utilisation du pétrole porté à une température variant entre 35 et 40°.

gnation de l'avoine aplatie était faite sous les yeux mêmes d'un délégué des Services Agricoles, et les bidons rapportés le soir même à l'Hospice Général en vue d'une nouvelle stérilisation.

Les livraisons avaient lieu trois jours par semaine (lundi, mercredi, vendredi) ; en 1924-1925 les livraisons furent réduites à deux pour la commodité des Services Agricoles.

Si intensive que fût cette fabrication, elle était encore, à notre avis, insuffisante pour traiter avec la même précision toute la zone envahie, il eût fallu pendant la seconde campagne traiter au minimum 3 000 à 4 000 hectares par semaine : la chose était absolument impossible étant donné l'encombrement du matériel (un bidon plein pèse en moyenne 25 kilogrammes), l'immobilisation prolongée de l'étuve à désinfecter de l'Hospice Général, les difficultés d'ensemencement aseptique pour de pareilles quantités, le réglage insuffisant de la chambre-étuve, enfin le personnel qu'une telle fabrication nécessitait. Il ne faut pas oublier que pas plus le personnel des Services Agricoles que celui de la Station Entomologique ne pouvaient se consacrer exclusivement à cette besogne.

De là nous vint l'idée de perfectionner la technique d'application du virus et de fournir des quantités plus importantes de cultures microbiennes pures, tout en obtenant de meilleures conditions de fabrication.

C. Méthode nouvelle. Ses avantages. — La méthode nouvelle qui, chaque fois qu'elle fut bien appliquée, nous a donné d'excellents résultats pendant la campagne 1925-1926 en Seine-Inférieure et dans l'Eure, est basée sur l'emploi d'un milieu riche en principes nutritifs permettant l'obtention de cultures abondantes et pures sous un volume réduit avec un matériel peu encombrant mais de grande précision ; la richesse des cultures permet alors chez le cultivateur une dilution pouvant aller au dixième dans de l'eau ordinaire qu'il n'est même plus nécessaire de saler, ainsi que nous l'avons reconnu au cours de notre dernière campagne.

Comme nous allons le voir dans le chapitre suivant, il est, dès maintenant, possible d'envisager avec la méthode de dilution une stérilisation parfaite du milieu, un ensemencement dans de meilleures conditions d'asepsie, partant la meilleure conservation du virus, la diminution d'encombrement du matériel plus spécialement des récipients de fabrication et corrélativement la réduction des manutentions et la simplicité des livraisons.

4. — Le traitement par le virus dilué.

Après avoir retracé l'historique des méthodes d'utilisation du *B. typhi murium* dans la pratique agricole, nous décrirons l'ensemble des opérations

qui nous ont permis pendant la dernière campagne d'obtenir d'excellents résultats de notre méthode de dilution.

Comme il a été dit plus haut, on a toujours avantage à se munir de *B. typhi murium* type D. à l'Institut Pasteur de Paris. Les microbes utilisés pour la destruction des Campagnols sont actuellement fournis par le laboratoire de M. le professeur SALIMBENI en ampoules de 20 centimètres portant l'étiquette « Virus contagieux pour la destruction des Campagnols ».

Quand on doit mettre en route une nouvelle campagne de fabrication, on part généralement d'ampoules de l'année précédente. Il est d'ailleurs possible d'utiliser des ampoules beaucoup plus anciennes, puisque celles de 1921 étaient encore virulentes en 1926.

Préparation des souches microbiennes.

On fait ingérer à un Campagnol ou à défaut de cet animal à une Souris blanche un appât, pain ou avoine, imprégné du contenu de cette ampoule.

Aussitôt après la mort du sujet, on le dispose sur une plaque de liège et on l'ouvre à sec sur le milieu de la face ventrale ; après avoir mis à nu les organes contenus dans la cavité thoracique, avec une spatule métallique portée au rouge, on brûle la surface du cœur. Le préparateur prend alors un tube de verre ordinaire préalablement stérilisé après bouchage aux deux extrémités avec un tampon de coton, l'étire en son milieu sur une flamme. Après rupture de la partie effilée on aspire dans une des pipettes stériles ainsi constituée le sang du cœur.

Avec le sang ainsi prélevé, on ensemence trois tubes de gélose peptonée (1), qui après quinze à dix-huit heures d'étuve à 35-37°, permettent d'isoler des colonies de *B. typhi murium* dont on vérifie alors la pureté par examen microscopique et par la réaction d'agglutination sur lame.

On prélève alors la colonie, dont on a vérifié la pureté, avec une aiguille de platine flambée et on l'ensemence dans un petit ballon de 280 centimètres cubes de bouillon Martin. Bouché à l'ouate et capuchonné avec du papier, ce ballon est porté à l'étuve pendant quinze à dix-huit heures à 35°-37°.

Après développement du bacille, on aspire le contenu du ballon dans une pipette de forme spéciale préalablement stérilisée au four à flamber. Cette

(1) On entend par gélose peptonée un bouillon Martin gélosé à 3 p. 100. Une bonne formule de bouillon Martin est la suivante (BEZANÇON) : « On hache 500 grammes de viande de bœuf et on les fait macérer dans un litre d'eau à froid pendant vingt-quatre heures ; le mélange est ensuite mis à l'étuve pendant quelques heures ; il fermente et les sucres sont éliminés. On prend, d'autre part, 200 grammes d'estomac de porc, haché finement, et que l'on a fait digérer pendant vingt-quatre heures à 50° dans un litre d'eau additionné de 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique à 16° Réaumur ; la macération de viande est passée sur de l'ouate hydrophile, alcalinée légèrement et salée à 0,5 p. 100 ; la macération d'estomac est filtrée à travers un linge ; on les mélange l'une à l'autre. Si la réaction du mélange est encore légèrement acide, on alcalinise à nouveau, puis on porte à l'autoclave un quart d'heure à 115°. Si la quantité de bouillon dépassait 1 litre, on stériliserait pendant autant de quarts d'heure qu'il y a de litres de liquide. On filtre sur papier Chardin, on répartit en tubes à essai et on porte un quart d'heure à 110°. »

pipette est constituée par une boule de verre de 7 à 8 centimètres de diamètre, munie d'un petit tube d'aspiration fermé à l'ouate et relié par un caoutchouc à un embout de corne ; le tube d'amenée du liquide est courbé une première fois de façon à ce que le sommet très obtus de sa seconde courbure soit à peu près au niveau du liquide dans la boule. (Pipette SALIMBÉNI.)

La forme de cette pipette est telle que l'on puisse lancer facilement un centimètre cube de culture par boîte de ROUX contenant de la gélose peptonée. Les boîtes de ROUX sont arrimées gélose en dessus dans des paniers : on les dispose gélose en dessous par piles verticales de dix sur une table, le goulot tourné vers le préparateur qui ensemence ; un aide enlève les capuchons d'étain de deux piles et flambe le coton de dix boîtes, un second aide soulève successivement les bouchons d'ouate, pendant que le préparateur envoie dans chaque boîte avec la pipette un centimètre cube de bouillon. Un troisième aide prend les boîtes ensemencées, les recapuchonne, étale la gouttelette sur la gélose, puis les boîtes sont disposées à plat dans des casiers gélose au-dessus.

Les boîtes de ROUX ainsi ensemencées sont portées pendant seize à dix-huit heures à l'étuve à 35°-37°. Après développement, on met en suspension les colonies obtenues dans de l'eau de son filtrée et stérilisée. Cette eau de son est placée dans un flacon de 6 litres auquel on adapte une armature de tubes de verre stérilisés permettant après amorçage le siphonnage du liquide. Le siphon est relié par tube de caoutchouc à une lance de quartz qui permet, maintenue dans la flamme d'un bec Bunsen, d'envoyer environ 60 centimètres cubes d'eau de son dans chaque boîte de ROUX : cette eau lave en quelque sorte la gélose et se charge de microbes (Voir fig. 1, pl. V).

Lorsque le lavage est terminé, le flacon de 6 litres presque vide d'eau de son, est placé sur le sol au pied du préparateur : la dépression ainsi créée permettra d'absorber le liquide de lavage. On secoue alors toutes les boîtes de ROUX pour détacher les colonies, puis on les présente dans la flamme au préparateur : l'aide qui fait la présentation doit tenir la boîte de telle façon que tout le liquide soit rassemblé dans un angle. La lance de quartz permet maintenant d'aspirer la totalité du liquide.

On a en somme à ce moment dans le flacon une suspension ou émulsion des colonies de *B. typhi murium* dans de l'eau de son stérile.

Cette émulsion est alors transvasée aseptiquement par l'intermédiaire d'un siphon muni d'une poire en caoutchouc dans une allonge stérilisée, garnie d'une tubulure inférieure et de forme adéquate à l'appareil de remplissage des ampoules.

Les ampoules sont constituées par un tube de verre fermé à une extrémité et étranglé à son tiers supérieur. Bouchées par un tampon d'ouate placé au-dessus de l'étranglement, elles ont été stérilisées avant le remplissage. Pour cette opération, l'allonge a été placée au-dessus d'une table spéciale et la tubulure inférieure munie d'un tube de caoutchouc aboutissant à une aiguille

d'argent fixée à l'extrémité de ladite table. Le tube de caoutchouc est normalement obturé par un poussoir à ressort ; l'ouverture se fait par l'intermédiaire d'une pédale mue par le pied de l'opérateur. Ce dernier flambe l'ampoule et l'aiguille d'argent qui, après un coup de pédale, laisse échapper les 20 centimètres cubes d'émulsion microbienne. Avec cet appareil, les personnes préposées au remplissage arrivent à faire l'opération pour dix ou douze ampoules à la minute.

Les ampoules obturées par le tampon d'ouate sont alors fermées dans la flamme d'un chalumeau au gaz d'éclairage, qui permet de fondre la portion étranglée de l'ampoule brute (Voir fig. 2, pl. V).

Chaque ampoule renferme environ 20 centimètres cubes de liquide contenant approximativement 600 milliards de bacilles.

Après cette opération, les ampoules sont étiquetées et emballées puis expédiées au laboratoire de multiplication installé à proximité de la zone envahie.

A. **Installation du centre de multiplication.**

Après avoir suivi la fabrication des ampoules à l'Institut Pasteur, nous allons voir comment il est possible de multiplier sur place le microbe, pour aboutir à des cultures suffisamment riches pour permettre la dilution au 1/10. Néanmoins, avant d'entrer dans les détails des opérations à entreprendre pour arriver à ce résultat, nous voulons donner quelques renseignements sur l'installation générale du laboratoire de fabrication.

Nous prendrons comme exemple le laboratoire permanent installé à la Station Entomologique de Rouen dans une pièce du sous-sol. Nous avions choisi cet emplacement pour diminuer les déperditions de chaleur de l'autoclave et de l'étuve et surtout pour faciliter la surveillance des appareils et des manipulations (1).

Cette pièce (fig. 14) d'environ 4^{m},70 de long sur 3^{m},40 de large a été divisée en deux compartiments inégaux par une cloison vitrée sur la moitié supérieure de sa hauteur. Dans la grande salle dite salle de fabrication d'environ 3^{m},10 sur 3^{m},40, sont réunis tous les appareils et ustensiles nécessaires à la confection du milieu de culture : on doit disposer d'un évier avec arrivée d'eau pour le nettoyage et le remplissage des bidons, d'un égouttoir, d'une table pour la préparation des milieux de culture et de récipients appropriés pour la conservation du son et du sel en particulier. Enfin, un autoclave de 60 centimètres de diamètre et de profondeur permet de stériliser à chaque chauffe 28 bidons cylindriques de 2 litres.

Seule l'installation de l'autoclave retiendra un peu notre attention. A ce

(1) Si l'on dispose d'un laboratoire clair et bien aéré la chose est préférable; nous citons notre modeste installation comme exemple, mais non comme modèle.

propos, il faut veiller à ce que les gaz de combustion des rampes de chauffage soient évacués à l'extérieur sous peine d'intoxiquer le personnel travaillant dans la pièce ; on doit donc adapter un tuyau de tôle à la buse dont est généralement munie l'enveloppe de l'autoclave. Corrélativement, nous assurons l'aération de la pièce par un soupirail muni d'un volet mobile à claire-voie dont les lames obliques sont suffisamment rapprochées pour arrêter les poussières soulevées par le vent.

Pour faciliter la fermeture et l'ouverture d'un autoclave d'aussi grandes

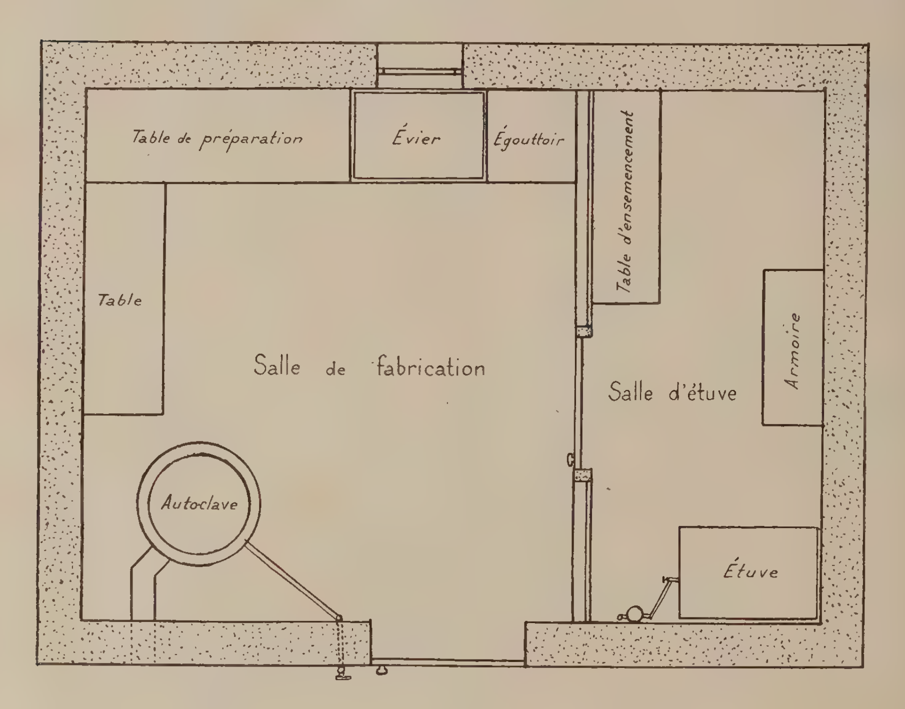


Fig. 14.

dimensions dont le couvercle en cuivre pèse environ 30 kilogrammes, il est bon, à défaut de couvercle tournant, de relier la poignée de ce dernier par un câble métallique passant sur une poulie à un contre-poids d'un poids légèrement inférieur à celui du couvercle et pouvant glisser le long d'une tringle fixée au mur derrière l'autoclave ; grâce à ce système, un effort très faible suffit pour lever ou rabattre le couvercle.

Il est enfin très prudent de placer *à portée de la main* sur la canalisation *extérieure* d'amenée du gaz un robinet de barrage permettant d'interrompre le chauffage de l'extérieur en cas de surpression signalée par le jeu intense des soupapes après un abandon momentané du laboratoire.

Dans la petite pièce dite salle d'étuve d'environ $3^{m},40$ de long sur $1^{m},60$

de large (1), nous disposons d'une table pour effectuer l'ensemencement des bidons stériles, d'une étuve à température constante pour cultures microbiennes avec régulateur bimétallique du Dr Roux et d'une armoire pour entreposer à l'abri des poussières les bidons stérilisés, les ampoules de l'Institut Pasteur et le matériel d'ensemencement.

Nous avons vu que cette salle d'étuve était séparée de la salle de fabrication par une cloison partiellement vitrée : il est bon de ménager une ouverture dans cette cloison pour assurer un courant d'air dans la pièce au moment du fonctionnement de l'étuve. Il nous paraît enfin nécessaire d'adjoindre à l'étuve un petit appareil dit protecteur à huile évitant toute perte de gaz avec les accidents possibles en cas d'arrêt dans la distribution pour une raison ou pour une autre. Puisque cette salle d'étuve doit servir à l'ensemencement des récipients, on a tout intérêt à ce que les parois en soient lavables et aussi lisses que possible, recouvertes par exemple d'un enduit de ciment, pour faciliter le nettoyage et la désinfection qui assurent à l'ensemencement de meilleures conditions d'asepsie.

Bien entendu, cette organisation n'est en somme qu'un cas d'espèce que l'on pourra modifier suivant les possibilités d'installation dans les diverses régions où de pareils centres de multiplication sont appelés à fonctionner.

Néanmoins, toutes choses égales d'ailleurs, le prix de revient d'une installation comme celle de la Station entomologique de Rouen, et les frais de roulement ne sont pas très élevés, compte tenu de la capacité de production d'un semblable laboratoire.

Frais d'établissement. — Pour fixer les idées, nous donnerons le prix de revient (Rouen, valeur 1925), de l'agencement en laboratoire de notre pièce de 4m,70 sur 3m,40.

Maçonnerie	600	francs.
Plomberie	230	—
Menuiserie	1.700	—
Électricité	120	—
Évier	360	—
250 bidons (2)	1.750	—
Caissettes	350	—
Autoclave	3.500	—
Étuve	1.950	—
Protecteur à huile	340	—
Total	10.900	francs.

Ces frais de premier établissement sont donc peu élevés et une semblable installation peut fournir facilement le virus nécessaire au traitement de plus de 3 200 hectares par semaine, nous avons même atteint pendant la cam-

(1) On a tout avantage à disposer d'une salle plus large pour ne pas être gêné dans ses mouvements.

(2) Les bidons peuvent servir plusieurs fois, mais s'abîment très vite.

pagne 1925-1926 le chiffre de 4 500 hectares ; à partir de ces surfaces d'ailleurs, on se trouve limité uniquement, si l'on peut dire, par la faculté d'absorption des cultivateurs dans le périmètre forcément restreint d'une même livraison.

Fonds de roulement. — Grâce à la méthode de dilution, les fonds de roulement pour un même milieu de culture employé sont surtout fonction du personnel que l'on peut trouver sur place.

Supposons qu'un centre, comme celui que nous venons de décrire, ait fonctionné en 1925, en utilisant un milieu de culture à base de son, de sel, de glucose, de craie et d'extrait de viande commercial. Admettons de plus que le chef de fabrication, technicien rétribué par ailleurs, a prêté bénévolement son concours, mais qu'un manipulateur et un livreur ont reçu chacun un salaire de 700 francs par mois et que les livraisons avec une voiture de louage sont revenues à 2 francs du kilomètre.

Dans ces conditions pour un laboratoire faisant six chauffes par semaine de 28 bidons correspondant à 6 livraisons à une moyenne de 45 kilomètres du point de départ, nous obtenons les chiffres suivants :

		Par chauffe de 28 bidons	Par semaine.
Milieu de culture.	Son à 95 francs les 100 kilogrammes ...	1 33	7 98
	Sel à 40 francs —	0 12	0 72
	Glucose à 550 francs —	0 80	4 80
	Craie à 90 francs —	0 12	0 72
	Extrait de viande..................	4 20	25 20
Gaz à 0 fr. 70 le mètre cube :			
Stérilisation. 4 mètres cubes pour 28 bidons		2 80	18 80
Étuvage, 2 mètres cubes pour 28 bidons..........		1 40	8 40
Ampoules à 5 francs l'une, à raison de :			
1 ampoule pour 2 bidons.....................		70	420
Personnel :			
Chef de fabrication			(mémoire)
Manipulateur à 700 francs par mois			175
Livreur			175
Livraison :			
A une moyenne de 45 kilom. du point de départ .		180	1.080
Total pour traiter 3 360 hectares par semaine......			1.916 62
Fonds de roulement à prévoir (valeur 1925) par hectare à traiter..........................			$\frac{1.916\ 62}{3.360} = 0{,}569$

En tablant sur ces chiffres plutôt supérieurs à ceux de la pratique (car, en général, le fonctionnement temporaire de semblables laboratoires sera assuré par un personnel appartenant déjà soit aux Services agricoles, pour la livraison, soit à l'Institut des Recherches agronomiques pour la fabrication) on voit qu'il est très facile d'amortir les frais d'établissement et de fonctionnement par une campagne portant sur 20 000 hectares en faisant payer aux cultivateurs une somme variant de 1 fr. 50 à 2 fr. par hectare.

Nous avons tenu à donner ces quelques chiffres pour montrer que la méthode de dilution que nous avons employée pendant l'hiver 1925-1926, est une méthode non seulement plus sûre que les précédentes, mais encore plus économique. Son prix de revient la met à la portée de l'initiative privée et ne grève pas sensiblement le budget des organismes officiels qui peuvent l'appliquer.

Initiative privée. — On a peu d'exemples de laboratoires de fabrication dus à l'initiative privée pour fournir aux agriculteurs d'importantes quantités de virus. D'après H. Blin, un laboratoire privé aurait fonctionné en 1923-1924 à Étampes, l'auteur d'ailleurs ne donne aucun détail sur le fonctionnement. Sans doute, nous avons entendu dire que des pharmaciens du département de la Seine-Inférieure avaient vendu du virus aux agriculteurs éprouvés en 1923, mais en réalité, la surface ainsi traitée fut infime.

A la vérité, l'organisation que nous proposons est financièrement à la portée d'un pharmacien d'autant plus qu'il est possible d'en réduire l'importance à l'échelle des dégâts observés ; tout au plus peut-on se demander s'il est souhaitable de laisser à l'initiative privée désireuse de bénéfices élevés, la fabrication délicate des cultures microbiennes dont la bonne application est une condition essentielle du succès.

Laboratoires officiels. — Dans les départements où les Campagnols sont à l'état endémique et sévissent fréquemment sur les cultures, on a tout intérêt à organiser des laboratoires permanents dotés de tout le matériel indispensable au double point de vue de la fabrication proprement dite et des recherches scientifiques à poursuivre pour le perfectionnement de la technique. Ces laboratoires permanents peuvent être installés et fonctionner aux frais des Offices Agricoles ou des Syndicats de défense départementaux, le personnel pouvant être fourni par les Stations de recherches du Ministère de l'Agriculture et les Services Agricoles.

Pour juguler rapidement des pullulations imprévues dans des départements où la rareté du fléau ne justifierait pas l'installation d'un centre permanent de fabrication, on pourrait, à notre avis, réduire sensiblement les frais d'installation en dotant un organisme scientifique comme l'Institut des Recherches agronomiques par exemple, de plusieurs autoclaves et étuves et d'un assez grand nombre de récipients qui seraient mis à la disposition des Services agricoles ou des laboratoires départementaux suivant les besoins du moment. Nous ne doutons pas qu'en cas de pullulation de Rongeurs, les Offices Agricoles ne consentent de leur côté à faire un effort pour aider les cultivateurs éprouvés dans la lutte contre le fléau.

B. **Fonctionnement.**

Personnel. — Pour assurer une *fabrication* aussi intensive que celle de notre laboratoire pendant l'hiver 1925-1926, trois personnes sont nécessaires,

mais deux à la rigueur peuvent suffire : un chef de fabrication qui doit être bien au courant de la technique et un manipulateur pour la préparation des milieux, la surveillance des stérilisations et la manutention des bidons.

Le chef de fabrication devra avoir une idée aussi précise que possible du but à atteindre : l'obtention de cultures riches et absolument pures en tenant compte de toutes les difficultés d'asepsie résultant d'une fabrication véritablement industrielle du virus.

Récipients. — Préparation du milieu. Les récipients utilisés sont de petits bidons à lait en fer blanc étamé munis d'une anse ; leur contenance est de 2 litres pour simplifier la dilution au 1/10 dans un grand bidon de 18 litres. Avec ce modèle, il est possible de capuchonner aisément avec une feuille de papier fort et la manutention est facile ; néanmoins, si l'ensemencement peut se faire déjà dans de meilleures conditions d'asepsie que par l'emploi de grands bidons, l'inconvénient d'un couvercle métallique rentré à force dans le goulot et qu'il est difficile d'enlever pour l'introduction de la semence n'en subsiste pas moins.

Nous nous proposons d'utiliser à l'avenir des bidons commerciaux de 2 litres munis d'un goulot dont le diamètre serait légèrement supérieur à celui du goulot d'une bouteille ordinaire. Cette disposition permettrait un bouchage provisoire à l'ouate pendant la multiplication du *B. typhi murium*, microbe de préférence aérobie, et pour la livraison un bouchage définitif par exemple avec un bouchon trempé dans la paraffine à 120°, selon la méthode utilisée au laboratoire de M. Danysz pour les envois de virus contre les Rats.

Ces récipients revenant à un prix moins élevé (environ deux à trois fois moins) que les bidons à lait de même capacité, il serait alors possible de les laisser aux cultivateurs, en les facturant dans le prix de revient du virus livré. Nous avons, en effet, constaté que la récupération des bidons ordinaires abandonnés éventuellement aux agriculteurs, et qui doivent servir à nouveau est difficilement régulière et pourrait devenir un obstacle à la bonne marche de la fabrication.

Quoi qu'il en soit, avant la stérilisation, on prépare le milieu de culture : les bidons d'une même chauffe sont groupés sur une table, puis on verse successivement chacun des éléments dans les bidons en se servant de récipients jaugés à l'avance (1).

Comme milieu de culture il suffit de s'en rapporter à ce que nous avons dit plus haut en doublant les doses puisqu'il s'agit de bidons de 2 litres.

Après les avoir remplis d'eau, les bidons sont naturellement bouchés avec leur couvercle métallique, puis recouverts d'une feuille de papier fort maintenue sur le goulot par une ficelle (2).

(1) Pour le sel, la glucose, l'extrait de viande, la soude, on a avantage à faire des solutions titrées.
(2) Avec les bidons à goulot étroit, l'opération est sensiblement différente : on bouche avec de l'ouate et on recouvre d'une capsule d'étain.

La préparation du milieu, le remplissage et la fermeture pour une chauffe de 28 bidons demandent environ une heure à une personne bien exercée.

Stérilisation. — Dans un autoclave de 60 centimètres de diamètre et de profondeur, on peut loger facilement à chaque chauffe 28 bidons circulaires de 2 litres en deux étages de 14.

Après avoir fermé hermétiquement l'appareil en serrant légèrement et d'une manière uniforme les vis à tige qui maintiennent le couvercle sur le corps de l'appareil, on ouvre le robinet de purge et on allume les deux rampes à gaz.

Quand la purge est terminée, on ferme le robinet de purge et on voit bientôt le manomètre indiquer la montée en pression. Cette montée doit être lente (environ une heure).

A 125° degrés (plus de 1 kilogramme de pression), on règle les robinets à gaz de façon à maintenir cette température pendant trente minutes au moins. Au bout de ce temps, on ferme complètement le gaz : la pression baisse peu à peu; lorsque le manomètre est au 0, c'est-à-dire à la température de 100°, on ouvre progressivement le robinet de purge. Quand il ne sort plus de vapeur, on peut ouvrir l'autoclave et retirer les récipients.

Si le couvercle de l'autoclave ne porte pas de « reniflard », il faut surveiller constamment la descente de la température, car si l'on omettait d'ouvrir l'appareil lorsque le manomètre est au 0, la dépression qui se créerait alors pourrait détériorer le manomètre et fausser ses indications ultérieures.

Le reniflard se compose d'une soupape maintenue par un ressort et s'ouvrant du dehors en dedans. Lorsque dans l'autoclave la pression est inférieure à la pression atmosphérique, cette soupape admet l'air dans l'appareil. Si le clapet est mal rodé et si l'axe de la soupape n'est pas absolument droit, on a une perte de vapeur qui retarde la montée en pression, néanmoins, il est facile de pallier sur place à cet inconvénient.

Temps de stérilisation. — La stérilisation a pour but de détruire tout germe vivant susceptible de se développer dans le milieu de culture. Comme nous l'avons vu dans l'étude des milieux de cultures favorables au *B. typhi murium*, il paraît bon pour le moment de maintenir le son dans la composition des milieux économiques pour la multiplication intensive du microbe. Or, il est à craindre que, dans une semblable infusion végétale, le *Bacillus subtilis*, microbe très commun, ne vienne à pulluler ; les spores de ce redoutable organisme, agent de la décomposition des matières organiques, sont excessivement abondantes dans l'atmosphère. Étant donné la grande résistance des spores de ce bacille à l'action de la chaleur, il importe de stériliser à 125° (1) pendant au

(1) On peut contrôler une stérilisation par l'emploi d'un mouchard plongé dans un des récipients. Le mouchard est un petit tube de verre clos à ses deux extrémités et contenant une substance fusible à une température légèrement supérieure à 120°. Il est possible de fabriquer soi-même de semblables mouchards en remplissant des tubes de verre d'environ 2 millimètres de diamètre d'un mélange d'*antipyrine* et de traces de bleu de méthylène. On ferme à la lampe tous les 2 ou 3 centimètres. A la température ordinaire le contenu doit être blanc, après passage à 120°, la masse est bleue.

moins trente minutes. On a, d'ailleurs, tout avantage à stériliser pendant plus d'une demi-heure, car il ne faut pas oublier que si la stérilisation opère la destruction des germes, elle enrichit en même temps le milieu à base de son: en effet, aux débris d'enveloppes sont accolés des grains d'amidon, substances qui à 120° sous pression s'hydrolisent partiellement et donnent, à côté de l'amidon soluble, des sucres réducteurs, et non réducteurs ainsi que des matières azotées solubles.

Ensemencement. — Normalement, trois heures environ après la stérilisation, la température des bidons est tombée à moins de 35° et ceux-ci peuvent être ensemencés. De toutes façons, il est nécessaire d'attendre que la température du bouillon stérile soit au-dessous de 35°.

L'ensemencement direct, en partant d'ampoules fournies par l'Institut Pasteur, est la méthode la plus simple ; c'est celle qui était employée avec les grands bidons ; mais elle n'est pas sans présenter quelque danger au point de vue de l'infection par d'autres germes, et notamment par le *Bacillus subtilis.* Il est nécessaire d'opérer dans une pièce fermée, et de réduire au minimum les mouvements pour éviter le brassage des poussières. Pour aller très rapidement, il faut être trois, un préparateur entraîné aux manipulations bactériologiques et deux aides : le premier aide décapuchonne les bidons, le second les présente sous la flamme d'un bec coudé, le préparateur ensemence. On peut ainsi ensemencer une soixantaine de bidons en moins d'une demi-heure.

Pour ensemencer, le préparateur prend une ampoule, l'agite, flambe l'extrémité, et l'ouvre soit en brisant la pointe au-dessus d'un cristallisoir avec une pince plate préalablement flambée, soit en limant la pointe et en la cassant par un petit coup sec. Sous la flamme du bec, il verse dans le bidon ouvert présenté par le second aide, quelques centimètres cubes de culture, et ensemence ainsi de suite deux ou trois bidons, jusqu'à épuisement de l'ampoule, non sans avoir pris la précaution de bien maintenir l'extrémité brisée dans le rayon d'action de la flamme, pendant que l'aide change de bidon. Le bidon ensemencé est aussitôt repris par le premier aide, qui vérifie le bouchage et recapuchonne. L'ensemencement terminé, les bidons sont mis à l'étuve.

Cette méthode simple et rapide peut être adoptée par les laboratoires de fortune ; elle a fait ses preuves ici, et si l'on dispose de bidons fermant bien, et surtout si le virus est employé dans un court délai, il n'y a pas d'inconvénient à l'utiliser. Elle n'offre pas cependant au point de vue bactériologique des garanties absolues, aussi les laboratoires qui le peuvent ont-ils intérêt à utiliser une méthode qui leur permette de faire des ensemencements absolument aseptiques, telle que celle employée dans le laboratoire du Professeur Danysz à l'Institut Pasteur pour le virus contre les Rats: les bouteilles sont ensemencées à l'aide d'un petit appareil préalablement stérilisé à l'autoclave et permettant d'introduire rapidement, avec le minimum de chances de contamination, la même quantité de culture dans chaque bouteille. Cet appareil se compose en

principe d'un entonnoir renversé soudé à un tube de verre d'assez grand diamètre, complètement clos à la partie supérieure et traversé suivant son axe par un tube d'environ 8 millimètres de diamètre, effilé à la partie inférieure au niveau du plus petit orifice de l'entonnoir. Ce tube axial est coudé à angle droit à sa sortie du tube enveloppant et relié par l'intermédiaire d'un tuyau en caoutchouc fermé par une pince de Mohr à un tube de verre coudé traversant un bouchon en caoutchouc qui, après flambage, prend la place du tampon de coton fermant le flacon de culture pure ; ce tube plonge au fond du liquide, pendant qu'un second tube traversant le même bouchon amène l'air sous pression d'une petite soufflerie à main. Pour éviter l'introduction de germes dans l'appareil, l'air filtre sur un tampon de coton obturant le tube d'amenée (1).

L'appareil est alors fixé sur un support convenable dans une pièce fermée pendant toute la durée de la manipulation. Trois personnes sont nécessaires pour aller rapidement : l'une maintient dans l'appareil une pression suffisante en agissant de temps à autre sur la soufflerie et libère une faible quantité de culture, environ 1 centimètre cube, en appuyant sur la pince de Mohr, chaque fois que le goulot d'une bouteille se présente sous l'entonnoir renversé. Le chef de fabrication reçoit d'un aide les bouteilles décapuchonnées, flambe le goulot sur un bec Bunsen, retire dans la flamme le tampon de coton et place le goulot sous l'entonnoir ; la bouteille est alors ensemencée, il flambe à nouveau et dans la flamme, replace la bourre de coton, puis l'aide recapuchonne la bouteille ensemencée et la place sur un chariot réservé à cet effet, qui conduira les bouteilles à l'étuve.

Le bouchage définitif se fait à la sortie de l'étuve au moyen de bouchons de liège de bonne qualité et bien cylindriques. Ceux-ci sont plongés dans un bain de paraffine fondue portée à 120°, pour éviter le développement ultérieur de moisissures ; ainsi préparés, ils sont introduits dans le col des bouteilles à l'aide de l'appareil à levier employé dans les chais et muni latéralement d'un bec Bunsen horizontal flambant le goulot des bouteilles et les bouchons au moment de l'introduction.

Pour utiliser cette méthode, on a intérêt à se servir non plus de petits bidons à lait, dont l'ouverture beaucoup trop large ne permet pas d'opérer dans les conditions d'asepsie suffisante, mais de petits bidons, genre bidons à huile (2), dont la forme se rapproche des bouteilles.

L'ensemencement peut encore se faire en partant d'ampoules ou de ballons au moyen de pipettes à boule, comme nous le conseille M. le Professeur Salimbeni : au moyen d'une pipette stérilisée au four à flamber, on aspire le contenu de l'ampoule, et après flambage, on ensemence directement les bidons placés en ligne sur une table, les uns après les autres. Il est possible de cette

(1) Pour utiliser cet appareil, il est nécessaire de partir d'un pied de cuve.
(2) Nous avons dû écarter les bouteilles en verre à cause de la casse et de l'emballage que leur expédition nécessite.

manière avec une ampoule de 150 à 200 centimètres cubes d'ensemencer une cinquantaine de bidons, et même davantage, si on a quelque peu l'habitude (1).

Quoi qu'il en soit, l'ensemencement est une opération simple, mais délicate. S'il est possible de le faire assez facilement dans des conditions satisfaisantes, il n'en est pas de même du bouchage définitif des récipients dans les laboratoires de fortune, dont les opérations doivent être rapides. C'est la raison principale pour laquelle nous avons préconisé *jusqu'ici* le bidon à lait, qu'on trouve partout, qui coûte peu et qui ferme facilement et vite. Nous espérons arriver d'ici peu à élucider ce point dans un sens plus favorable.

Étuvage. — L'étuve utilisée est basée sur le principe des étuves Schribaux: l'air échauffé par la rampe inférieure circule dans une série de tubes en cuivre placés le long des parois. Un régulateur bimétallique de Roux permet de régler la température à moins d'un dixième de degré. Nous avions porté notre choix sur le modèle dont la partie utilisable a les dimensions suivantes : $1^{m},30$ de hauteur, $0^{m},75$ de largeur et $0^{m},50$ de profondeur, quatre tablettes en chêne, perforées, permettant d'y placer quatre-vingts récipients (2).

Pour mettre en marche, on doit allumer en grand environ une heure avant l'ensemencement, de telle sorte qu'au moment de cette opération la température ait atteint 35 ou 36° ; à 37° on met le gaz en veilleuse tant par le robinet d'admission du gaz que par le régulateur. Nous avons constaté au cours de la dernière campagne que les cultures maintenues à l'étuve seulement pendant seize à dix-huit heures étaient aussi riches en microbes et peut-être plus virulentes que des cultures de trente-six à quarante-huit heures, temps indiqués pour la multiplication en bidons de 20 litres. Il est intéressant de remarquer que l'on trouve dans le commerce des autoclaves et des étuves chauffés à l'alcool ou au pétrole qui permettraient d'organiser des centres de fabrication de virus partout même où le gaz fait défaut, notamment dans les colonies.

Contrôle bactériologique et biologique des cultures. — Dans la mesure du possible, tout centre de fabrication devra se procurer dans le plus bref délai, un grand nombre de Campagnols, vivants et sains, sur des parties de territoire non encore traitées, et bien entendu le matériel indispensable pour effectuer les contrôles bactériologiques et biologiques. Les Campagnols peuvent être entreposés dans les cages décrites dans la première partie de ce travail ; pour les

(1) Il suffit pour obtenir des ampoules de cette capacité d'en faire la demande à l'Institut Pasteur.

(2) Pour éviter les pertes de gaz après extinction accidentelle, on a intérêt à intercaler entre la canalisation et l'étuve un protecteur à huile. L'appareil est rempli d'huile qui est refoulée sous la pression du gaz ; si la pression tombe, l'huile s'écoule dans le tube inférieur et obstrue le passage du gaz en noyant la tubulure.

L'appareil est muni de deux robinets : le second seul près de l'étuve est fermé pendant l'arrêt de cet appareil; si l'on fermait le premier robinet, l'huile remplirait la tubulure et pour remettre en marche il faudrait procéder comme si le gaz s'était éteint accidentellement : ouvrir le robinet d'admission et faire la purge de la tubulure dont l'huile pourra être reversée en totalité dans le récipient supérieur.

Pour relier l'étuve au protecteur, on donnera la préférence à des raccords métalliques garantissant toute sécurité.

expériences, on isole les animaux dans de petites cages en grillage galvanisé que l'on trouve dans le commerce.

Un bon microscope avec un objectif à immersion au 1/12 donnant un grossissement d'au moins 1 100 et le petit matériel pour l'obtention des préparations sont naturellement indispensables.

Nous croyons qu'un centre de fabrication devant fonctionner dans une région sujette aux pullulations des Campagnols doit s'efforcer d'avoir sous la main pour la période du traitement, qui normalement devrait avoir lieu de novembre à janvier, un nombre de Campagnols ou de Souris tel qu'il soit possible de mettre en expérience chaque fois un de ces animaux sur un échantillon de cultures prélevé au hasard dans une même étuvée. Afin de pouvoir interpréter après enquête les résultats d'une campagne, il faut tenir une comptabilité très précise des expériences en indiquant simultanément sur un registre la date de la livraison, les localités desservies, les résultats du Gram et du contrôle biologique, enfin des indications sommaires sur les conditions météorologiques du moment.

C. **Livraison**. (Voir fig. 14, pl. VI).

Le virus est livré aux cultivateurs dans les petits bidons de 2 litres. La dilution est faite sur place au moment de l'emploi seulement. Pour cela, on prend un bidon de 20 litres du type de ceux utilisés dans la méthode d'emploi direct, on l'emplit de 18 litres d'*eau ordinaire*, puis on y verse le contenu d'un petit bidon. Après agitation le mélange est jeté progressivement sur un tas d'avoine aplatie d'environ 150 à 160 kilogrammes.

Au début de la dernière campagne, nous faisions la dilution d'après les données de l'Institut Pasteur dans de l'eau salée à 0,5 p. 100 par addition d'une quantité suffisante de solution aqueuse saturée au chlorure de sodium. A la suite de très nombreuses expériences, nous avons reconnu que cette précaution de la dilution en milieu isotonique était absolument inutile et que l'on obtenait les mêmes résultats en diluant dans de l'eau ordinaire.

Organisation des livraisons. — Comment doit-on organiser les livraisons.

Pendant toute livraison, des instructions très précises sont remises par les soins d'un délégué des Services Agricoles aux cultivateurs présents ; nous donnons ci-joint un modèle de circulaire distribué en Seine-Inférieure pendant la campagne 1925-1926 :

Mode d'emploi de 2 litres de culture pure de virus pour la destruction des Campagnols sur une vingtaine d'hectares.

1° Préparer 150 à 160 kilogrammes d'avoine *légèrement aplatie*; éviter soigneusement le concassage des grains rendant impossible une bonne imprégnation ;

2° Dans un récipient quelconque (*Ne pas prendre toutefois un récipient de cuisine ou de laiterie*) d'une contenance supérieure à 20 litres, mettre 15 à 18 litres d'eau propre.

3° Agiter le récipient contenant les 2 litres de culture pure et verser dans les 18 litres d'eau précédemment préparés. Bien remuer le tout avec une baguette ;

4° Pour assurer une bonne imprégnation de l'avoine aplatie, il convient d'opérer comme suit : deux personnes munies de pelles et se faisant vis-à-vis recoupent le tas (comme pour le chaulage des semences), tandis qu'une troisième verse *lentement*, par petites portions la culture diluée ;

5° Sur une aire de grange suffisamment imperméable, il faut compter 5 à 6 pelletages du tas pour assurer une imprégnation uniforme ;

6° Les épandeurs marcheront en ligne pour éviter qu'une partie du terrain ne soit pas traitée et lanceront *dans les trous fréquentés* une pincée d'avoine. *L'épandage à la volée est complètement inefficace.* Il est nécessaire d'employer environ 7 à 8 kilogrammes d'avoine imprégnée pour traiter 1 hectare *effectivement attaqué* ;

7° Quand on n'a à traiter que de petites surfaces, il est avantageux de ne répandre que dans la soirée, ainsi la lumière atténuera moins la virulence du microbe et les Corbeaux n'auront pas le temps de s'emparer de l'avoine, d'ailleurs sans action sur eux ;

8° Il est indispensable de prendre pendant et après la manipulation des précautions élémentaires d'hygiène, ne pas porter les mains à la bouche, ne pas fumer, se laver les mains après l'opération. *Le récipient ayant servi à faire le mélange* (paragraphe 4) sera lavé à grande eau plusieurs fois, puis exposé à la lumière dans la cour de la ferme.

Dès qu'une pullulation de Campagnols est signalée, la Direction des Services agricoles doit s'attacher à déterminer les contours approximatifs de la tache et les zones qui sont les plus attaquées. Quelle que soit la méthode de destruction envisagée : destruction par les gaz, destruction par les poisons, destruction par le virus, ce principe est valable. Traiter en premier lieu les zones très attaquées, puis traiter par secteurs toute la partie périphérique de la tache et enfin éteindre les foyers secondaires de pullulations.

Si nous prenons comme exemple la pullulation de 1923, qui avait atteint en Seine-Inférieure une partie des cantons de Bellencombre, Saint-Saens, Clères et Tôtes (comme il est indiqué sur la carte ci-jointe) nous pouvons dire que le centre de la tache se trouvait approximativement à Bosc-le-Hard dans le canton de Bellencombre. On décida de traiter immédiatement au début de novembre 1925 la région de Bosc-le-Hard, Grigneuseville et Beaumont-le-Hareng où les dégâts étaient particulièrement graves, vint ensuite la région de Clères formant le secteur 2, puis celles de Saint-Victor-l'Abbaye, de Bosc-Béranger, de Cottévrard, de Saint-Martin-Osmonville, de Claville, Motteville et de Cailly, on termina à la fin de janvier 1924 par la région de Bellencombre constituant le sixième secteur. De cette façon, nous avions traité avant le début de janvier les zones les plus attaquées au double point de vue de la superficie et de l'intensité des dégâts.

Grâce à cette organisation et malgré les inconvénients résultant, comme nous l'avons vu, de la méthode de fabrication des cultures en grands bidons, nous pouvons dire que cette campagne nous a fourni les résultats les plus nets en faveur de l'emploi du virus Danysz : nous n'en voulons pour exemple que le canton de Clères où sur près de 6 500 hectares très attaqués, les résultats n'ont été signalés comme négatifs lors de l'enquête que sur une soixantaine d'hectares !

En dehors de ces considérations purement techniques, des modalités

peuvent intervenir dans l'organisation des livraisons, selon qu'il s'agit d'une lutte engagée grâce à l'appui d'un office agricole, méthode qui fut suivie jusqu'à ce jour en Seine-Inférieure, ou par les soins d'un syndicat de défense contre les animaux nuisibles, ce qui fut fait dans l'Eure pendant les deux campagnes de 1924-1925 et de 1925-1926.

Dans le premier cas lorsque les dégâts sont signalés, une note est envoyée aux maires des communes intéressées pour leur demander d'urgence confirmation de la superficie à traiter en insistant sur la nécessité de traiter tout le territoire infesté y compris les lisières de bois, les chemins, les carrières et les talus.

Dès que l'organisation de la lutte est arrêtée et l'ordre prévu pour les livraisons, une circulaire est envoyée aux maires leur faisant connaître la date et l'heure approximative de la livraison à l'endroit indiqué par eux lors de leur première réponse. Cette même circulaire indique les points essentiels pour un bon emploi des cultures microbiennes.

Enfin quarante-huit heures avant la livraison, confirmation est donnée aux intéressés.

Lorsque l'office agricole couvre les frais de fabrication et de livraison, les cultivateurs ont à fournir simplement l'avoine aplatie nécessaire au traitement de leurs champs ravagés.

Dans le second cas prévu plus haut du fonctionnement d'un syndicat de défense contre les animaux nuisibles, on a intérêt à faire ramasser dans chaque commune par les soins du délégué de la section syndicale, le maire généralement, la quantité d'avoine nécessaire au traitement de la commune. Cette avoine est ensuite réunie dans un centre d'aplatissage et d'imprégnation, ce système permet d'obtenir un degré d'aplatissage uniforme, une bonne imprégnation de tous les appâts et un transport réduit des cultures microbiennes, si le centre de fabrication ne coïncide pas avec le centre d'aplatissage : en effet, au lieu de visiter toutes les communes, la voiture de livraison se rend directement au centre d'imprégnation.

Quand la chose est possible, on a tout intérêt à installer le laboratoire de fabrication au centre de la tache à traiter et à lui adjoindre le matériel nécessaire à l'aplatissage de l'avoine et au pelletage par équipes : dans ce cas, on n'a pas à s'occuper des livraisons, les cultivateurs apportant leur avoine et l'emportant aplatie et imprégnée.

D. **Application.** (Voir fig. 15, 16, 17, pl. VI et VII).

Appâts. — A tous les points de vue, le meilleur appât est l'avoine légèrement aplatie, juste assez pour mettre à nu l'amande.

Pour traiter des surfaces importantes très ravagées, on est obligé de renoncer à l'emploi du pain rassis beaucoup trop onéreux ; d'ailleurs il semble bien,

si nous en jugeons par nos élevages, que le Campagnol (*Microtus arvalis*) préfère de beaucoup le grain au pain et de même la verdure au grain.

A notre avis, l'avoine aplatie est un excellent appât dont il n'y a pas lieu d'envisager actuellement le remplacement : son prix n'est pas excessif et elle présente l'avantage de se trouver en permanence dans toutes les fermes et exploitations agricoles.

Son degré d'aplatissage doit être tel qu'une faible partie de l'amande soit mise à nu ; il faut en effet que l'amande soit imprégnée de cultures microbiennes, car le Campagnol a l'habitude de décortiquer le grain avant de le consommer : si l'on mouillait seulement l'enveloppe, une partie des rongeurs pourrait échapper à la contagion.

Nous avons constaté que 150 à 160 kilogrammes d'avoine légèrement aplatie pouvaient être facilement imprégnés par 20 litres de liquide, à condition de disposer le tas sur une aire aussi étanche que possible et d'effectuer à deux personnes plusieurs pelletages croisés ; certes avec de l'avoine concassée on obtient avec ces doses une imprégnation irrégulière manifestement insuffisante ; l'avoine concassée doit être rejetée car elle présente, en outre, l'inconvénient d'un déchet considérable lors de l'épandage.

On recommande généralement de laisser reposer une heure avant l'épandage de l'avoine qui vient d'être imprégnée de virus : nous ne pensons pas que cette précaution soit indispensable car il s'écoule toujours, du fait du transport sur le terrain, un temps assez long entre l'imprégnation et l'épandage, si le pelletage est bien fait.

Sur le terrain, les épandeurs remplissent d'avoine imprégnée soit un tablier noué autour de la ceinture, soit un semoir à main, soit encore un simple sac, puis marchant en lignes pour traiter effectivement toute la surface attaquée, ils distribuent l'avoine par pincées dans les trous en augmentant la dose dans ceux qui paraissent fréquentés du fait de déblais récents.

En opérant comme il vient d'être dit, on peut compter sur une moyenne de 60 à 70 ares traités par ouvrier et par heure, et sur l'emploi d'une dizaine de kilogrammes d'avoine imprégnée par hectare.

On doit bien se garder de répandre l'avoine imprégnée à la volée, car dans ce cas les grains isolés ne seraient consommés que tout à fait par hasard par les Campagnols, tandis qu'ils seraient immédiatement ravis par les nombreux Corbeaux qui suivent volontiers les épandeurs.

A ce propos, nous recommandons de répandre si possible, le soir, non seulement pour éviter les risques d'atténuation partielle de la virulence par la lumière, mais surtout pour éviter que les Corbeaux n'aient le temps de s'emparer de l'avoine avant les Campagnols. D'après les renseignements fournis par les Services agricoles du département de l'Eure, les détonateurs seraient insuffisants pour éloigner les Corbeaux à la suite du traitement, mieux vaudrait faire parcourir la plaine par des hommes armés de fusils et tirant quelques

cartouches de-ci, de-là pendant les deux ou trois jours qui suivent l'épandage.

En tenant compte des chiffres donnés ci-dessus : emploi d'environ 8 kilogrammes d'avoine imprégnée à l'hectare, et traitement de 60 à 70 ares par ouvrier et par heure, on peut estimer à une quinzaine de francs les frais de traitement par hectare en supposant que le virus soit distribué gratuitement, sous les auspices d'un office agricole ; comme nous l'avons vu, l'achat du virus livré à 1 fr. 50 ne porterait que de 15 à 16 fr. 50 (valeur 1925) au maximum le litre dilué le prix du traitement pour un hectare. On voit aisément par ce chiffre que la dépense engagée par le cultivateur est rapidement couverte par des résultats même moyens.

E. Contrôle sur le terrain.

Enquêtes, leur valeur. — Pour juger des résultats obtenus avec le traitement par le virus, il ne faut pas perdre de vue que nous communiquons là une maladie contagieuse aux Campagnols, maladie qui présente une période d'incubation et dont la contagion limitée multiplie dans une certaine mesure les effets. Par conséquent, étant donné que la moyenne des individus meurt en cinq ou six jours, ce temps pouvant aller jusqu'à plus de dix jours dans certains cas, on ne peut se livrer à des constatations utiles qu'une quinzaine de jours après le traitement.

Dans ce délai, il est extrêmement difficile même pour un œil exercé de juger des résultats obtenus par le simple aspect du terrain traité surtout à l'époque des traitements, période pendant laquelle la végétation est très ralentie. Tout au plus peut-on constater que les déblais et les grattis récents sont rares, et que dans les semis les jeunes céréales coupées à l'entour des trous le sont seulement de date ancienne et présentent une cicatrice brune caractéristique.

Le meilleur moyen de contrôle, celui que nous avons toujours conseillé est évidemment le labour des surfaces non emblavées. Dans le limon des plateaux du pays de Caux, un labour à 15 ou 20 centimètres de profondeur découvre les nids et permet de se rendre compte du pourcentage de Campagnols détruits. C'est ainsi qu'en 1923, dans la région de Bosc-le-Hard, à Grigneuseville, nous avons fait exécuter des labours de contrôle pour connaître les résultats qu'on pouvait attendre de l'emploi du virus Danysz : derrière la charrue, on fit une véritable récolte de cadavres de Campagnols.

On trouve rarement des Campagnols morts à la surface du sol, c'est ce qui explique sans doute que l'on ait toujours constaté quelques jours après le traitement une disparition subite des oiseaux de proie qui auparavant pullulaient littéralement sur les champs ravagés.

Il est certains sols où la profondeur maxima des labours compatibles avec l'épaisseur de la terre arable est insuffisante pour mettre à nu les nids des rongeurs ; on devra donc, dans ce cas comme dans celui de terres emblavées ou

portant des plantes fourragères, se contenter de boucher tous les trous sur une assez grande surface, et compter au bout de quelques jours les trous nouvellement ouverts.

Après une campagne de destruction, la Direction des Services agricoles adresse en général aux maires des communes traitées un questionnaire détaillé, leur demandant de préciser l'importance de la surface ravagée et celle de la surface effectivement traitée, les cultures sur lesquelles ont porté principalement les dégâts des Campagnols, quels ont été les traitements employés conjointement au virus, les résultats du traitement par le virus avec pourcentage de mortalité et les raisons d'un insuccès éventuel. Certes ces données sont intéressantes dans une certaine mesure, néanmoins il ne faut pas en exagérer l'importance, surtout en ce qui concerne le pourcentage probable de destruction : il suffit en effet, comme nous l'avons observé souvent, qu'un cultivateur n'ait pas obtenu de résultats pour qu'immédiatement ceux qui étaient persuadés de la destruction des Campagnols commencent à douter de la valeur de leurs observations.

Si l'imprégnation et l'épandage ont été faits consciencieusement, ce qui est le cas général, il faut le reconnaître, ou les résultats sont vraiment négatifs ce qui est signalé lors de l'enquête, ou bien ils sont bons, et le pourcentage évalué est alors très variable, sans qu'il faille y attacher une grande importance.

En réalité, les résultats les plus sûrs sont ceux fournis par l'enquête orale, et l'observation personnelle d'un directeur de Services agricoles ou d'un professeur d'agriculture, qui sont à même de par leurs fonctions de se faire une idée d'ensemble des résultats du traitement et d'élucider sur place les raisons d'un insuccès, dû plus souvent à un emploi défectueux des cultures qu'à la qualité des bouillons livrés.

En somme, nous pensons qu'un laboratoire de fabrication, désireux de pouvoir discuter les résultats obtenus par lui, doit non seulement provoquer une enquête écrite, mais encore et surtout une enquête orale de la part des Services agricoles. Les données résultant de cette enquête minutieuse peuvent alors être confrontées avec les observations faites au laboratoire sur chaque livraison : cette comparaison permettra toujours de préciser des points importants, tant au point de vue de la fabrication qu'à celui de la conservation ou du mode d'emploi.

F. Traitement d'extinction, traitement des petites taches.

Pour arrêter des pullulations de l'importance de celles de la Seine-Inférieure ou de l'Eure, il faut avoir recours à un traitement d'extinction généralisé comportant une organisation comme celle que nous venons de décrire : il faut en outre grouper les intéressés dans un syndicat de défense capable de se substituer aux intéressés pour le traitement de la tache.

Les effets satisfaisants du traitement par le virus dilué étant reconnus, une méthode simple s'imposait qui permette au cultivateur, au maraîcher, au propriétaire de jardin de lutter efficacement contre les quelques Campagnols qui ravagent leurs cultures, sans attendre que ceux-ci se soient multipliés au point de rendre toute culture impossible. Pour notre part nous avons eu recours à l'utilisation directe des ampoules de l'Institut Pasteur servant à l'ensemencement des bidons. Nous avons expérimenté cette méthode, quand la fabrication du virus au laboratoire fut arrêtée, et constaté les résultats intéressants qu'elle peut donner sur de petites étendues du moins, le traitement sur de grandes surfaces étant assez onéreux (1).

On achète à l'Institut Pasteur de Paris des ampoules de virus contagieux pour la destruction des Campagnols, et on les dilue à raison de deux dans un litre d'eau ordinaire. Avec cette dilution on imprègne la dose d'avoine aplatie jugée nécessaire au traitement des taches envisagées, à raison d'un litre de dilution pour 8 à 10 kilogrammes d'avoine.

Nous sommes persuadés que si cette méthode se généralisait, les cultivateurs prêtant une attention plus grande à la multiplication des rongeurs dans leurs terres, on arriverait à éviter ces pullulations désastreuses qu'on signale presque chaque année sur notre territoire.

G. Conditions d'emploi déterminantes du succès.

L'étude qui précède vient de montrer que la méthode de dilution des cultures riches obtenues sur place, permet d'envisager dès maintenant l'extinction rapide et économique des pullulations les plus dangereuses de Campagnols.

Après M. J. Danysz et dans des départements où il n'eut pas l'occasion d'expérimenter son virus, nous n'avons jamais pu observer de races de Campagnols résistantes à l'action pathogène du *B. typhi murium*; par conséquent, nous sommes en droit d'attendre des résultats absolument complets de cette méthode de destruction, si toutefois les techniciens, qui ont pour mission de conseiller les agriculteurs et surtout ces derniers eux-mêmes, font un emploi judicieux des cultures qui leur sont fournies par le laboratoire.

Il ne suffit plus de pouvoir obtenir d'excellentes cultures, il faut en connaître les meilleures conditions d'emploi, facteurs essentiels de la réussite.

Préparation des cultivateurs par conférences. — Dans les départements où la lutte généralisée contre les Rongeurs par l'emploi des cultures microbiennes est une nouveauté, il nous paraît indispensable de multiplier les conférences au début d'une campagne, ces conférences improvisées dans les centres agricoles par le directeur des Services agricoles ou les professeurs départementaux

(1) A défaut de virus, on pourra toujours avoir recours, pour ces traitements, aux gaz ou aux appâts empoisonnés, placés dans des drains ou des poteries, pour éviter les empoisonnements d'autres animaux.

d'agriculture devront porter sur deux points essentiels : l'entente et le groupement des cultivateurs sinistrés pour parvenir à la généralisation du traitement et la nature du produit préconisé, le virus, en comparaison avec les poisons bien connus de tous.

Ces conférences devront être aussi simples que possible, pour être à la portée de tous les agriculteurs et leur permettre de dégager immédiatement les caractéristiques essentielles de ce traitement ; il ne faut pas insister sur des détails de technique purement bactériologique, mais seulement faire ressortir la nature vivante du produit employé, nature qui n'est pas compatible avec une conservation prolongée au delà de quelques jours. Dans le même ordre d'idées on devra mettre en garde les agriculteurs contre l'opinion généralement admise d'une propagation prolongée de la maladie communiquée aux Campagnols ; en effet, si la contamination des individus d'un même terrier est un fait certain, il ne s'ensuit pas, comme nous l'avons vu, que la propagation de la maladie puisse toujours se faire d'un terrier à l'autre, argument excusant par avance des négligences de traitement. Au contraire, on devra s'efforcer de faire comprendre aux intéressés qu'un procédé de destruction, aussi efficace soit-il, ne détruit jamais complètement une espèce animale, mais que toujours certains individus échappent à son action par le jeu du hasard, surtout si le traitement n'est pas fait méthodiquement et généralisé à toute la surface attaquée.

Ces considérations générales aussi brèves que possible seront accompagnées d'instructions très précises sur la préparation des appâts, degré d'aplatissage de l'avoine, méthode de dilution et d'imprégnation, sur les méthodes d'épandage et enfin sur les moyens de contrôle des résultats en signalant les causes d'erreurs possibles dans cette appréciation.

Époque favorable pour le traitement. — Comme nous l'avons vu dans la première partie de ce travail, les dégâts des Campagnols ne deviennent sensibles qu'au moment de la moisson, on voit alors sous les moyettes des groupements considérables de ces Rongeurs, puis en septembre-octobre, ils s'attaquent particulièrement aux prairies artificielles et aux semis de céréales d'hiver; c'est généralement en octobre que les cultivateurs s'émeuvent des ravages et demandent qu'un traitement soit appliqué.

Aurait-on avantage à commencer le traitement dès septembre ou le début d'octobre? Nous ne le croyons pas, car pendant ces deux mois les réserves de toutes natures accumulées par les Campagnols sont encore trop fraîches, pour que ceux-ci consomment certainement de l'avoine imprégnée de virus ; de plus, pendant ces deux mois les travaux de la ferme, labours de préparation du scl (1), semailles et transport des betteraes, ne permettent pas de distraire facilement à cette époque la main-d'œuvre nécessaire à l'épandage des appât.

(1) Ces labours permettent de détruire de nombreux Campagnols et obligent les survivants à se réfugier ailleurs. On fait ainsi une grosse économie d'avoine au moment de l'épandage.

Nous pourrions ajouter qu'à cette époque les radiations solaires atténuent rapidement la virulence du microbe, quand elles ne la neutralisent pas complètement.

A notre avis, la meilleure époque pour traiter avec un résultat maximum s'étend de fin octobre à janvier : en effet, les Campagnols sont alors groupés dans des nids où ils passent, sans doute en famille, une partie de la mauvaise saison, et à ce moment leurs magasins d'automne composés de grains sont détruits par la pourriture. On comprend aisément que des grains d'avoine attirent alors des animaux qui en sont privés depuis quelques semaines et que la maladie se propage très rapidement dans le groupe de Campagnols logés dans un même nid. De plus il est possible qu'à cette époque de l'année, le froid et l'humidité persistante obligent le Campagnol soit à une réclusion prolongée, soit à des déplacements en terrains détrempés, le mettant dans un état de réceptivité particulièrement favorable au développement de l'infection.

Quoi qu'il en soit, notre étude de la biologie du *Microtus arvalis* Pallas, nous autorise à dire que tout au moins pour cette espèce, les traitements effectués avec des cultures microbiennes après le mois de janvier, seraient plus dispendieux et moins efficaces que ceux que l'on peut faire de novembre à janvier. En effet, janvier correspondant à une reprise de l'activité sexuelle, il se produit un éloignement naturel des couples qui ont passé la mauvaise saison côte à côte : à cette époque il faudrait donc multiplier le nombre des appâts pour tenir compte de cette dispersion des individus et de l'efficacité réduite de la contagion.

Durée de la virulence, conservation. — Pour les cultures de *B. typhi murium* telles que nous les obtenons en petits bidons de 2 litres sur milieu à base de son, de sel, de glucose et d'extrait de viande, la conservation de la virulence est assez longue, si l'ensemencement en a été fait dans de bonnes conditions d'asepsie. Nous n'en voulons pour preuve que nos expériences de novembre 1925, qui nous ont permis de constater qu'après vingt-deux jours de conservation à la température ordinaire, des bidons, ensemencés, il est vrai, à l'aide d'un pied de cuve et par l'intermédiaire de l'appareil employé au laboratoire de M. le professeur DANYSZ, étaient encore aussi virulents, après dilution au 1/10 dans de l'eau ordinaire, qu'au moment de leur sortie de l'étuve.

On recommande généralement aux cultivateurs qui ne peuvent employer le virus livré le jour même de le conserver de préférence dans une pièce chaude. Nous pensons qu'il est préférable de conserver la culture microbienne à basse température, en laissant par exemple les bidons dans un bâtiment de ferme ou sous un appentis à l'abri de la gelée pendant la saison froide : on sait en effet qu'il est possible d'atténuer des cultures microbiennes pour en faire des vaccins en les maintenant pendant plusieurs jours à une température assez élevée.

La conservation prolongée des cultures riches en bidon capuchonné n'est pas surprenante, ce qui est plus intéressant, c'est que nous ayons pu conserver pendant quatre jours une dilution faite au 1/10 avec de l'eau *ordinaire*, sans que la virulence en soit modifiée (1).

(1) Il ne s'ensuit pas que cette conservation soit recommandable.

Ces données, obtenues par un petit nombre d'expériences, ne nous autorisent pas encore à conseiller une conservation supérieure à quatre jours, pour les cultures riches obtenues dans des bidons à lait de 2 litres, dont la fermeture laisse toujours à désirer. Il est d'ailleurs préférable, quand on le peut, d'utiliser ces cultures le jour même de la livraison et de ne recourir au délai maximum, qu'en cas de mauvais temps persistant, interdisant tout épandage.

Influence de la pluie et de la neige. — Peut-on traiter par temps de pluie et par temps de neige sans diminuer de ce fait la virulence des cultures? Nous répondrons seulement que la pluie et la neige paraissent sans action sur la virulence du *Bacillus typhi murium* fixé sur l'amande de l'avoine aplatie.

Pour juger de l'action de la pluie il suffit d'imprégner d'une culture pure, par exemple, de l'avoine légèrement aplatie qui est ensuite placée à la surface d'un pot rempli de terre ; on peut alors exposer ce pot pendant un temps plus ou moins long au lavage d'un courant d'eau traversant une pomme d'arrosage à trous très fins, on constate qu'après un lavage de plusieurs heures dans ces conditions, l'avoine est aussi virulente qu'un témoin non lavé imprégné de la même culture.

De même à plusieurs reprises nous avons maintenu pendant plusieurs heures de l'avoine imprégnée sous une couche de 4 à 5 centimètres de neige sans qu'il en résultât une atténuation sensible.

Par conséquent nous pouvons dire qu'un traitement effectué avant une chute de pluie ou de neige n'est pas forcément compromis de ce fait, tout au plus peut-on craindre que dans le cas de neige comme de grandes pluies, les Campagnols ne s'éloignent pas de leur nid pour consommer les appâts qui leur sont offerts.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude de la biologie du Campagnol des champs et des moyens à mettre en œuvre pour enrayer la multiplication de ce redoutable ravageur, vient de nous prouver une fois de plus combien il était nécessaire de connaître la vie de l'animal, avec ses préférences et ses défaillances, pour envisager sa destruction avec des chances de succès. L'inégalité des résultats obtenus tient moins à la qualité des méthodes qu'aux conditions dans lesquelles elles sont employées. Si les traitements que nous avons indiqués successivement dans ce mémoire ont une efficacité certaine, il ne s'ensuit pas que tous soient également adéquats à la phase dans laquelle on les fait intervenir et aux conditions dans lesquelles on les emploie.

Nous les résumons dans le tableau ci-contre :

LA DESTRUCTION DU CAMPAGNOL DES CHAMPS (*Microtus arvalis*).

MARCHE PROGRESSIVE DE L'INVASION PAR ANNÉE	TRAITEMENT	ÉPOQUE FAVORABLE
0. Quelques couples dans les friches (situation normale).	Aucun.	
1. Début de multiplication dans les friches (aucun dégât dans les cultures).	Aucun.	Les prédateurs interviennent toute l'année.
2. Incursions dans les cultures (quelques taches) dégâts sensibles à l'automne.	Gaz, poisons, virus en ampoules. Chasse.	Automne et hiver. Moisson et labours d'automne.
3. Extension des taches, pullulation calamiteuse à l'automne.	Virus et poisons, chasse.	Automne et hiver. Moisson et labours d'automne.
4. Régression plus ou moins rapide (durée 1 à 3 ans).	Traitements d'extinction : virus, gaz et poisons.	Automne et hiver.
0. Quelques couples dans les terres, qui dérangés par les façons culturales vont se réfugier dans les friches (la situation tend à redevenir normale).	Aucun.	

De la biologie du Campagnol, nous retiendrons les points suivants : son adaptation étroite à la vie souterraine, son pouvoir prolifique, l'importance des magasins de réserves alimentaires, et sa sociabilité relative.

La forme même du Campagnol, son allure, l'acuité de ses sens olfactif et auditif, son activité respiratoire indiquent une adaptation étroite à la vie souterraine : la complexité du réseau qu'il établit dans le sol, aussi bien pour

établir son nid et ses magasins de réserves que pour aller s'attaquer aux cultures, en est la manifestation évidente. Mais ceci nous explique en même temps l'importance des conditions physiques dans lesquelles l'animal évolue (nature du sol, nature des cultures, influences atmosphériques). Que ces conditions complexes soient favorables, les générations se multiplient avec une rapidité déconcertante, et c'est alors, en moins de trois ans, « l'invasion de Campagnols », comme notre pays en connut tant au cours de son histoire ; qu'elles soient défavorables, c'est la régression rapide de l'espèce par la propagation des maladies épizootiques chez les individus en état de moindre résistance.

Nous avons dit à plusieurs reprises l'importance des réserves ; elles jouent, à notre avis, un rôle considérable dans la vie du Campagnol en lui apportant dans les périodes de carence alimentaire les substances protéiques indispensables à sa reproduction ; ces magasins sont composés de rhizomes, de stolons, de racines de plantes sauvages, qui se conservent parfaitement dans le sol, tandis que les grains sont pourris dès le mois de novembre ; ils nous montrent le rôle considérable des mauvaises herbes (Avoine à chapelets, Liseron, Menthe, Laiteron) dans l'alimentation du Campagnol des champs : si nous suivons l'évolution d'une invasion, nous voyons que c'est en effet dans les friches, les terres incultes ou mal soignées qu'il faut en chercher l'origine, c'est là que le Campagnol se maintient et c'est de là que, secondairement, il partira pour attaquer les cultures avoisinantes dès que, par suite de conditions favorables à son développement, il ne trouvera plus dans ces friches un milieu suffisant pour son expansion.

L'abondance des Campagnols dans les champs ravagés a pu faire croire longtemps à une sorte de sociabilité de ces animaux. Nous avons montré que cette sociabilité était très relative, qu'elle n'existait que dans les périodes où il n'y avait pas de concurrence alimentaire, ni de concurrence sexuelle. Celle-ci se manifeste généralement dès la fin de janvier, quelquefois en février ; il en résulte une dispersion des couples et des familles qui s'étaient réunis après la moisson, dérangés par les travaux des moissonneurs. Cette observation importante nous montre la nécessité d'effectuer de préférence les traitements dans une période déterminée qui s'étend d'octobre à février, car ils seront d'autant plus actifs que les Campagnols se trouveront plus groupés. Nous pouvons y ajouter l'état de moindre résistance physique, qui a une grosse importance pour le traitement par le virus : il est certain que le virus détermine normalement une mortalité plus rapide en novembre, décembre et janvier qu'en septembre ou en mars, où en plus les radiations solaires risquent de neutraliser son action.

Les moyens dont nous disposons pour lutter contre les Campagnols peuvent tous nous rendre de réels services, si nous nous en servons à bon escient. Il est certain, par exemple, que la chasse derrière la charrue permet d'en faire des hécatombes considérables, de même que les gaz sont à recommander pour

le traitement des petites taches et des jardins ; en grande culture, leur emploi est dispendieux ; on devra leur préférer les appâts empoisonnés (acide arsénieux, noix vomique, phosphure de zinc ou pain de baryte) et le virus fabriqué dans des conditions rigoureuses, que nous nous sommes efforcés de préciser. Du poison ou du virus, lequel préférer? Les appâts empoisonnés exigent des précautions, que l'extension des taches à traiter ne permet pas toujours de prendre, ils comportent une part de risques, accidents à la ferme, empoisonnements de volaille et de gibier, contre lesquels il est du devoir des services techniques de mettre en garde les agriculteurs, mais ils agissent brutalement, et s'ils sont bien employés, ils permettent de détruire un nombre considérable de Campagnols : la mortalité rapide impressionne le traitant, et c'est ce qui explique les préférences de nombreux agriculteurs pour ce mode de destruction. Nous en conseillons l'emploi pour les taches isolées, dans les régions de grande culture où il y a peu d'herbages, et pendant les périodes ensoleillées où le virus est d'une efficacité douteuse.

Si l'on se trouve en présence d'une « invasion » généralisée, nos préférences vont au virus, qui est, à notre avis, l'arme la plus redoutable que nous possédions pour lutter contre les Campagnols : le traitement par le virus n'a pas d'autre but que de propager parmi les Campagnols une épizootie mortelle, dont l'action est peut-être dans les conditions actuelles encore un peu lente sur le terrain, mais certaine et étendue. Nos recherches ont montré comment on pouvait, avec un matériel relativement réduit, arriver à produire des quantités de virus suffisantes pour traiter chaque semaine des milliers d'hectares ; tous nos efforts ont porté vers l'aboutissement d'une technique simple, permettant d'obtenir sous un volume réduit un virus riche susceptible d'être dilué sur place dans sept à dix fois son volume d'eau. De tous les traitements, c'est certainement le moins coûteux et l'un des plus efficaces. Si, comme nous l'avons montré, la contagion est assez limitée, elle n'en est pas moins certaine dans les cas de pullulation, et dans les périodes où les Campagnols vivent en groupes. La technique que nous possédons maintenant nous permet d'envisager l'avenir avec confiance ; les perfectionnements que nous pensons y apporter encore ne feront que la renforcer ; ils permettront alors, en combinant le traitement par le virus avec les autres traitements, d'empêcher ces pullulations calamiteuses, dont souffrent chaque année ici ou là nos cultures.

Il est possible que nous trouvions des gaz d'un emploi plus facile, des appâts plus économiques, des virus plus énergiques, mais ne l'oublions pas : la lutte contre les Campagnols est avant tout une question d'organisation et d'opportunité ; si l'on éteignait les taches avec les gaz, les poisons ou le virus en ampoules, on échapperait aux « invasions ». Il y a là toute une éducation du paysan et du cultivateur à faire ; tant qu'elle n'aura pas été faite, le pays perdra des millions avec les Campagnols, et les meilleurs traitements ne feront qu'en atténuer la perte : *il ne s'agit pas seulement de détruire un ravageur, il faut le vaincre.*

Il est un point d'ordre général pour la lutte contre les grands ravageurs, que nous n'avons fait qu'effleurer, sous peine d'allonger ce mémoire, c'est l'organisation du syndicat de défense. La généralisation du traitement est à la base du succès, aussi, comme notre collègue P. Vayssière, demandons-nous l'extension aux Rongeurs des lois de 1888 et 1889 sur les Insectes nuisibles, et souhaitons-nous l'organisation d'un Service de défense des cultures, qui se chargerait de grouper les efforts et de diriger la lutte. Tant qu'une loi n'interviendra pas pour contraindre les récalcitrants à traiter, les méthodes les meilleures ne pourront donner leur maximum d'efficacité.

Les organisations agricoles qui voudront bien s'inspirer de ces directives peuvent être assurées du succès. Puisse cette longue étude que nous avons consacrée au Campagnol des champs les éclairer. Ce sera pour le plus grand bien de l'agriculture et de la collectivité.

Fait à l'Institut des Recherches agronomiques.

Rouen 1926.

BIBLIOGRAPHIE

1637 ALDROVANDE. — *De quadripedibus viviparis.*

1923 ARDOUIN-DUMAZET. — Les Mulots dans les départements de l'Aube et de la Haute-Marne (*Bull. Acad. Agr. fr.*, p. 612).

1920 BACHELIER. — Destruction des Campagnols par l'anhydride sulfureux (*Bull. Acad. Agr. fr.*, n° 22, p. 542).

1829 BERRIAT-SAINT-PRIX. — Répertoire et recherches sur les procès et jugements relatifs aux animaux, p. 15.

1920 BEZANÇON (F.). — Précis de microbiologie clinique.

1924 BLIN (H.). — La lutte contre les Campagnols (*La Nature*, n° 2, 612, pp. 266, 269).

1906 BOUVIER. — Les Campagnols dans la Somme (*Soc. Nat. d'Agr.*, n° 4, p. 381).

BREHM. — La vie des animaux illustrée (*Les Mammifères*, t. II, p. 129).

1915 BRUGIÈRE (P.-L.). — Expériences de lutte contre les Campagnols au moyen du virus Danysz dans la Gironde (*Bull. mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes*, janvier 1915, p. 72).

1882 CANTONI (E.). — Mammifères sujets à l'albinisme. Traduction H. GADEAU DE KERVILLE (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat. Rouen*, p. 257).

1568 CHASSANÉE. — *De excommunicatione animalium.*

1877 CHENU (Dr). — Encyclopédie d'histoire naturelle, p. 84.

1904 CHESTER (F.-D.). — A review of the *Bacillus subtilis* group of bacteria (*Centbl Bakt.* (etc.), 2 *Abt.*, t. XIII, n° 24, p. 737-752).

1925 COURMONT (P.) et ROCHAIX (A.). — Précis d'hygiène, p. 623-624.

1893 DANYSZ (J.). — La destruction des Mulots (*Bull. Soc. Nat. d'Agr.*, n° 10, p. 681).

1895 — — Maladies contagieuses des animaux nuisibles; leurs applications en agriculture (*Annales de la Science agronomique*, t. I).

1913 — — Les Campagnols (*Parasitologie agricole* ; *Publications de l'Institut Pasteur*).

1915 — — La destruction des Rats dans la région occupée par les armées, nov. 1915.

1921 DÉRIBÉRÉ-DESGARDES. — Sur la destruction des Campagnols (*Bull. Acad. Agr. fr.*, n° 37, p. 793).

1924 — — La lutte contre les Campagnols en 1923-1924 (*La Nature*, n° 2, 618. *Informations*, p. 177-178. *Boîte aux lettres*, p. 183).

1912 FALCOZ (L.). — Le Campagnol des champs (*Feuille des Jeunes naturalistes*, t. XLII).

1914 — — Contribution à la faune des microcavernes, faune des terriers et des nids. Lyon.

1869 FATIO (V.). — Faune des Vertébrés de la Suisse. Mammifères, p. 234.

1887 GADEAU DE KERVILLE (H.). — Faune de Normandie. Mammifères (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, t. II, p. 176-181).

1854 GERVAIS (P.). — Histoire naturelle des Mammifères.

1926 GOIMARD. — Campagnols et Mulots. Leur destruction. Évreux (*Syndicat dép. de défense de l'Eure*).

1904 GROSBOIS (A.). — Nos ennemis les Rats, les Souris, les Mulots et les Campagnols.

1904 GROSJEAN. — Utilisation des peaux de Campagnols comme fourrures (*Bull. Soc. Nat. d'Agr.*, n° 10, p. 853).

1911 Guerbet (Dr). — Contribution à l'étude des bacilles du groupe Colityphique, étude du pouvoir réducteur de ces bacilles par les nitrates, les sels ferriques, le rouge neutre.

1912 Guerrapain et Demolon. — Enquête sur l'invasion des Campagnols dans l'Aisne, de 1907 à 1912. Ministère de l'Agriculture (*Bull. mens. Office des Rens. Agr.*, t. II, nº 7, p. 897-902).

1923 I. R. A. — Note sur la destruction des Campagnols et des Mulots (*Minist. Agric.*).

1883 Lataste (F.). — Introduction à l'étude des Campagnols de France. Historique de la classification des Campagnols (*Le Naturaliste*, p. 323, 332, 342, 347).

1921 Lebrun. — L'invasion de Campagnols dans le département de la Marne et moyens employés pour leur destruction (*Office départemental d'intensification agricole de la Marne*).

1912 Letacq (Abbé). — Note sur le Campagnol agreste (*Arvicola agrestis*) observé à Alençon (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, p. 14).

1921 — — Notice biologique sur le Campagnol agreste (*Arvicola agrestis. L*), *Id.*, p. 62.

1923 Lienhart (R.). — Nos récoltes de céréales menacées par les Mulots (*L'Est républicain*, 17 juillet).

1922 Lignières (Dr R.). — Contribution à l'étude et à la classification des Salmonelloses humaines et animales.

1892 Loir (Dr A.). — La Microbiologie en Australie, études d'hygiène et de pathologie comparée, p. 13-42.

1924 Madon (P.). — A propos d'une réponse à la question nº 2 : Buses, Cresserelles et Campagnols« (*Bull. Soc. Linn.*, Lyon, nº 5, 7 mars 1924).

1919 Marchal (P.). — La lutte contre les Campagnols dans les régions libérées (*Bull Acad. Agr. fr.*, nº 34, p. 872).

1922 — — Destruction des Campagnols (Rapport du Dr Déribéré-Desgardes) (*Bull. Acad. Agr. fr.*, nº 6, p. 130).

1902 Markl (G.). — *Centbl. Bakt. u. Par.*, 1. *Abt*, 31-nº 5. *Orig.*, p. 202, 204. (Analyse. E. S. R.)

1904 Marsais (G.). — La lutte contre les Campagnols (*Annales de la Science agronomique*, t. II, p. 1).

1905 Marsais, etc. — Destruction des Campagnols (*Bull. Soc. Nat. d'Agr.*, nº 1, p. 31).

1919 Martelli (G.). — Contributo alla conoscenzo della iuta e dei costumi della Arvicola in Puglia (*Bolletino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria in Portici*, vol. XIII, p. 193-316).

1919 Ménégaux. — La vie des Mammifères illustrée, t. I.

1912 Miller (G.-S.). — Catalogue of the Mammals of western Europa (*British Museum*, London).

1917 Mori (N.). — Préparation de virus actifs contre les Campagnols et manière de les appliquer dans les champs infestés par ces Rongeurs (*Annali della Stazione Sperimentale per la malattie infettive del bestiane* V; IV (extrait), p. 1-22, Naples, 1918).

1917 — — Réceptivité des Campagnols et des Mulots des Pouilles, Italie, vis-à-vis de quelques microorganismes utilisables dans la lutte dans les champs infestés par ces Rongeurs (*Ann. Staz. Sper.*, t. V, IV (extrait), p. 3-51, Naples, 1918).

1918 Papageorgiou. — Destruction des Campagnols au moyen du gaz acétylène (*Bull, Soc. Nat. d'Agr.*, p. 435).

1925 Pemberton (C.-E.). — The field Rat in Hawaii and its control (*Bull. of the experiment Station of the Hawaian sugar plantars Association*, juin 1925. *Entomological series*, nº 17. *Honolulu*).

1911 Pluchet. — La destruction des Mulots (*Bull. Soc. Nat. d'Agr.*, nº 5, p. 367).

1861 Pouillot (H.) et Gayot (Eug.). — Encyclopédie pratique de l'Agriculteur (Moll et Gayot), t. IV, p. 447).

1925 Pussard (R.). — La fabrication à l'Institut Pasteur du Virus pour la destruction des Souris et des Rats (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, février 1925).
1925 — — Une nouvelle organisation pour la fabrication et l'emploi en grandes quantités du Virus Danysz (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, juin 1925).
1923 Regnier (R.). — Une grave invasion de Campagnols en Seine-Inférieure (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, p. 164 (1922-23).
1923 — — Les Rongeurs en Normandie. La lutte contre les Campagnols (*Bull. Soc. Centrale d'Agr. Seine-Inférieure*, t. IV, p. 190-216.)
1924 — — La lutte contre les Campagnols par le Virus Danysz (*Revue Zool. Agric.*, Bordeaux, nov., p. 249).
1924 — — Les Campagnols en Normandie. Cas d'albinisme chez un *Microtus arvalis* (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.* Rouen, nov.).
1926 — — La destruction du Campagnol des champs (*Microtus arvalis* Pallas) par le Virus Danysz. Mise au point de la technique d'application (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, février).
1926 — — Campagnols et Mulots (*Rapport au Congrès de maladies des plantes de Lyon* (*P.-L.-M.* juin 1926).
1924 Regnier (R.) et Pussard (R.). — La lutte contre les Campagnols dans le département de la Seine-Inférieure (*Bull. Acad. agr. fr.*, n° 26, p. 736-742).
1924 — — — Modèles nouveaux de cages pour l'étude des Rongeurs (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, juillet 1924).
1925 — — — La lutte contre les Campagnols par le Virus Danysz. Le traitement des grandes taches (*Congrès Assoc. franç. Avanc. des Sc.*, Grenoble).
1925 — — — La destruction des Rongeurs par les Virus (*Revue de Botan. appliquée*, vol. V, n° 50 (Oct.) et n° 51 (Nov.).
1926 — — — De la constitution des magasins de réserve du *Microtus arvalis* Pallas. (Campagnol des champs) et de son importance pour la pullulation de ce rongeur (*Comptes rendus Acad. Sciences*, juillet).
1926 — — — Détermination de l'époque favorable au traitement dans la lutte contre les Campagnols par le Virus Danysz (*Bull. Aead Agr. fr.* 21 juillet).
1926 — — — Des conditions dans lesquelles se propage la maladie communiquée aux Campagnols par le Virus Danysz (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, août).
An X Richard, Fourcroy, Nizard et Teissier. — Sur les ravages exercés par les Campagnols et les Mulots, et sur les moyens de détruire ces animaux (*Acad. des Sc.*, 1er ventôse, an X (*Rapport de l'invasion de* 1801).
1891 Robert (G.). — Résumé sur les Campagnols et les Mulots.
1916 Rossikov (W.). — Invasions de Campagnols et causes naturelles de leur disparition subite dans le district d'Oman, province de Kiev, Russie, en 1915 (*Gazette agricole*, Pétrograd, 1916, n° 31, 32, 33, 35, p. 860-862, 885-886, 909-911, 957-958).

1905 Sagnier, Bouvier, Dr Roux, Chauveau, etc. — Destruction des Campagnols (*Bull. Soc. Nat. Agr.* nº 5, p. 378).
1920 Sagnier (H.). — Destruction des Campagnols par l'anhydride sulfureux (*Bull. Acad. Agr. fr.*, nº 37, p. 882).
1903 Schoeck (F. de). — Les Campagnols des neiges (*Le Naturaliste*, p. 224).
1905 Schribaux. — Destruction des Campagnols (*Bull. Soc. Nat. Agr.* nº 5, p. 400).
1916 Splendore (A.). — Pour la lutte contre les Campagnols en Italie (*Rendiconti delle sedute della Reale accademia dei Lincei ; Classe di scienze fisiche, mathematiche, naturali*, 5e série vol. XXV, 2e semestre. Fasc. 1er, p. 46-49, Rome, juillet 1916).
1916 — — Pour la lutte contre les Campagnols en Italie (*Id*, 5e série, 2e semestre 1916, vol. XXV, fasc. 6, p. 218-224 et fasc. 12, p. 516-521, Rome).
1918 — — Pour la lutte biologique contre les Campagnols (*Bollettino del Ministero per l'Agricoltura*, série B (extrait), p. 1-10, Rome).
1881 Trouessart. — Les petits Mammifères de la France, les Campagnols (*Feuille des jeunes Naturalistes*, 1881, p. 137 et 1882, p. 2 et 13).
1910 — — Faune des Mammifères d'Europe, Berlin, 1910.
1923 Vayssière (P.). — Les Mulots et les Campagnols dans nos départements de l'Est. (*Revue Scientifique*, 1923, nº 16, p. 520-524).
1923 — — Les Mulots dans l'Est de la France (*Bull. Acad. Agr. fr.*, p. 648, juillet).
1926 — — Sur quelques procédés de lutte contre les Campagnols et les Mulots (*Revue Hist. nat. appl.*, t VII, nº 6, juin, p. 161-176).

AVIS DE LA RÉDACTION

La publication du Rapport phytopathologique pour l'année 1926 et des Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1926 est reportée au tome XIII des Annales des Épiphyties.



Fig. 1. — Le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) grandeur naturelle.

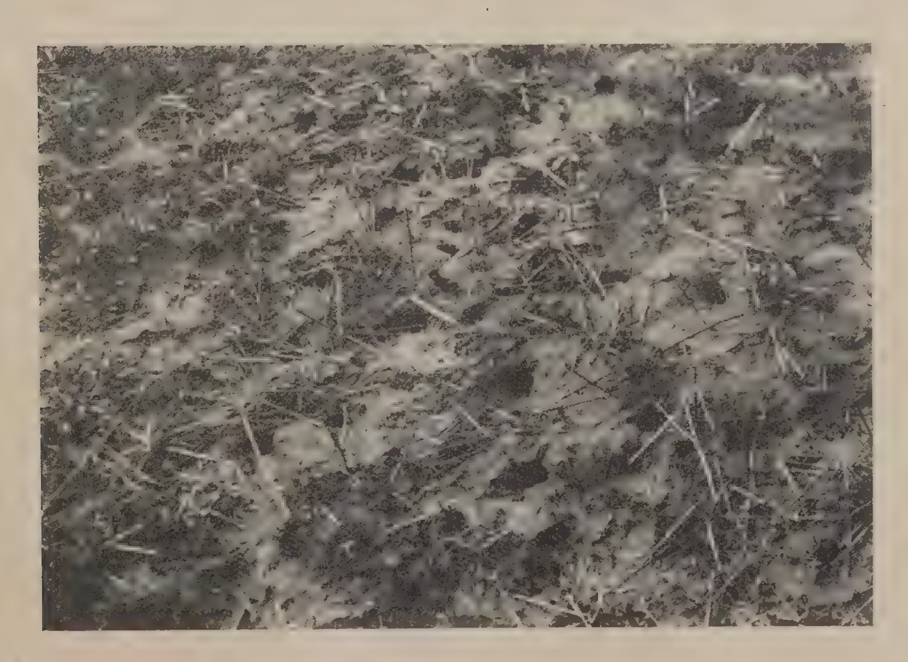


Fig. 2. — Aspect d'un champ de luzerne ravagé par les Campagnols.



Fig. 3. — Pieds d'œillets-de-poète sectionnés par des Campagnols.



Fig. 4. — Matériel d'expériences (à gauche) et matériel d'élevage, modèles 1, 2, 3 du laboratoire (Se reporter à la page 409 et aux suivantes).

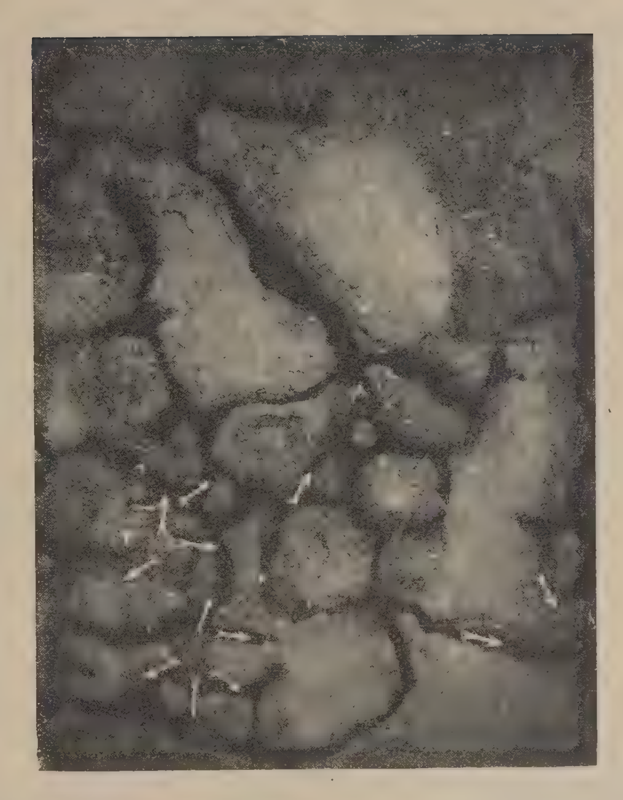
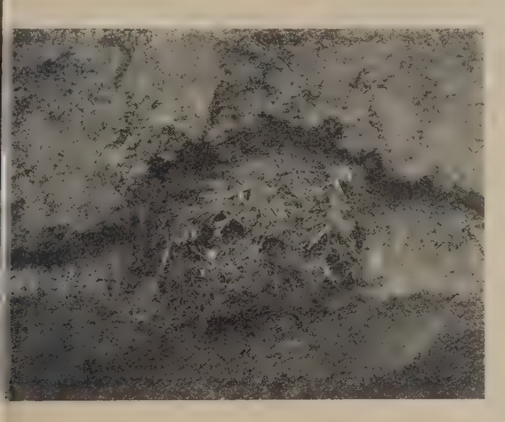


Fig. 5. — Habitation souterraine du *Microtus arvalis*. — On notera la complication du réseau au voisinage des nids, ainsi que l'indiquent les flèches rayonnantes, la position des magasins M, des galeries d'accès et des galeries d'attaque.



g. 6. — Le nid du Campagnol a la forme d'une boule, il est composé d'herbes sèches finement hachées à l'intérieur.

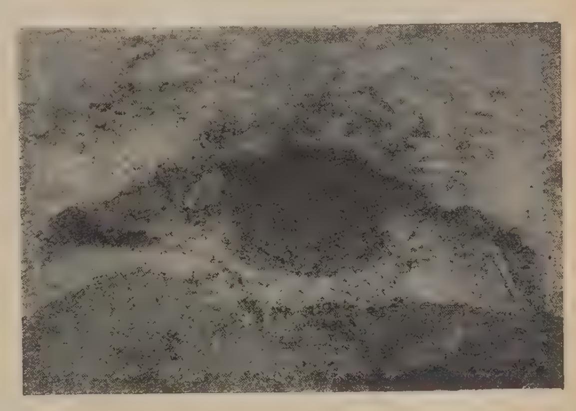


Fig. 7. — Le nid est placé, à une profondeur variable suivant les saisons et les terrains, dans une excavation à laquelle aboutissent trois à cinq galeries (voir fig. 5).



Fig. 8. — Magasins d'avoine à chapelets (le poids de ces magasins peut atteindre trois kilos). — Les rhizomes se conservent parfaitement dans le sol pendant tout l'hiver.

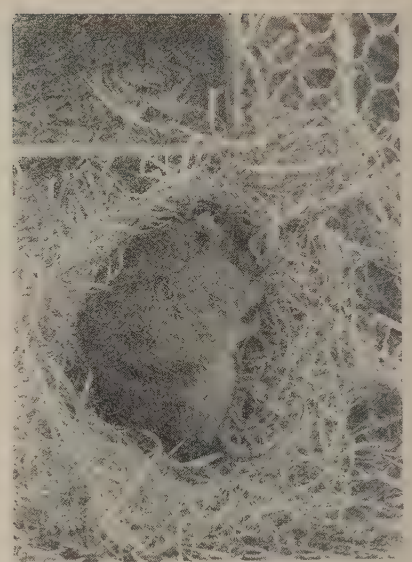


Fig. 9. — Le Campagnol infecté par le *Bacillus typhi murium* meurt en boule au bout de quelques jours.



Fig. 10. — Les Campagnols dévorent leurs congénères malades ou morts et se transmettent ainsi la maladie.

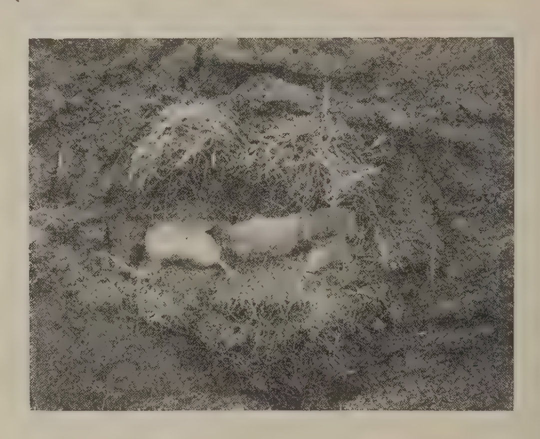


Fig. 11. — A la suite du traitement par le virus, on trouve les Campagnols morts en groupe dans les nids.

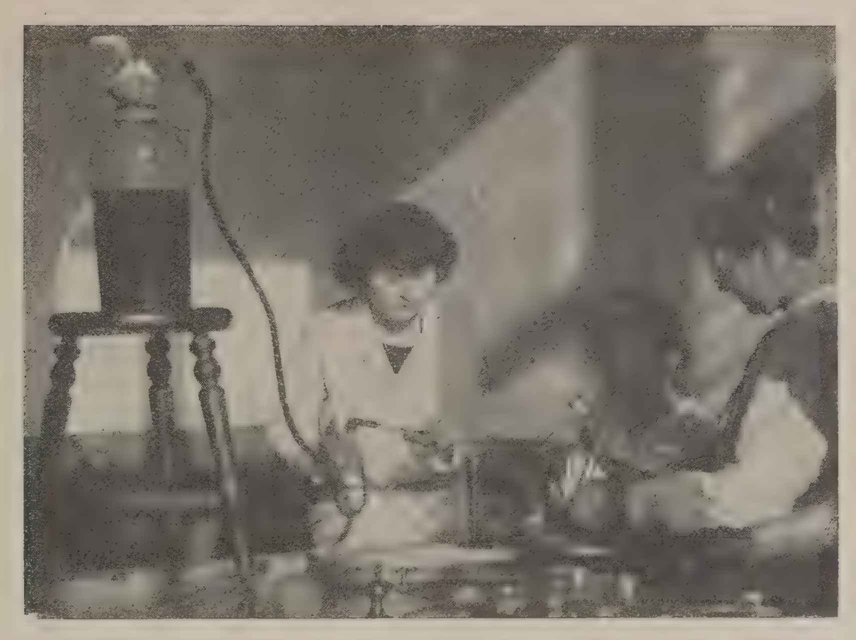


Fig. 12. — La récolte du virus dans les boîtes de Roux : phase de dilution des cultures sur gélose (laboratoire du professeur SALIMBENI).



Fig. 13. — Les ampoules sont scellées à la flamme activée par une forte soufflerie (laboratoires de l'Institut Pasteur).



Fig. 14. — La distribution du virus aux cultivateurs est faite aussitôt sa fabrication.



Fig. 15. — L'avoine aplatie est mise en tas, pour être imprégnée de virus.



Fig. 16. — L'imprégnation de l'avoine par le virus se fait dans un grand récipient, ou à défaut par pelletage sur un sol imperméable.



Fig. 17. — Pour épandre l'avoine imprégnée de virus ou les appâts empoisonnés, les équipes se mettent en ligne, de façon à traiter toute la zone envahie.

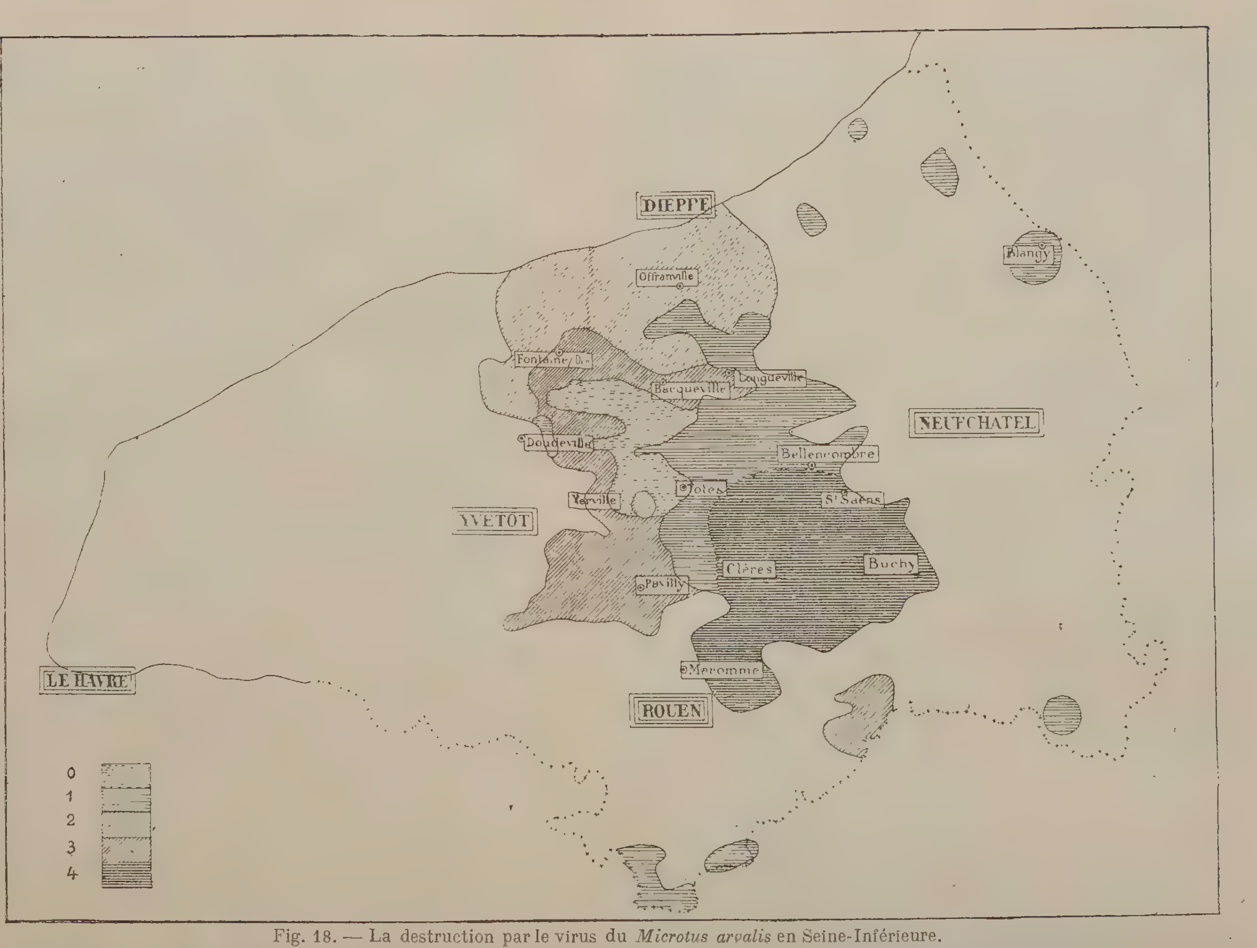


Fig. 18. — La destruction par le virus du *Microtus arvalis* en Seine-Inférieure.

0. Zone non traitée et débarrassée par propagation de la maladie. — 1 et 4. Zone traitée en 1923-1924 (environ 20 000 hectares). — 4. Zone où les résultats ont été le plus sensibles, grâce à la généralisation du traitement. — 2. Zone traitée en 1924-1925 (environ 20 000 hectares). — 3. Zone traitée en 1925-1926 (environ 10 000 hectares).

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

B

C

F

G

H

M

T

TABLE DES MATIÈRES

